

(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6月29日(29.06.2017)

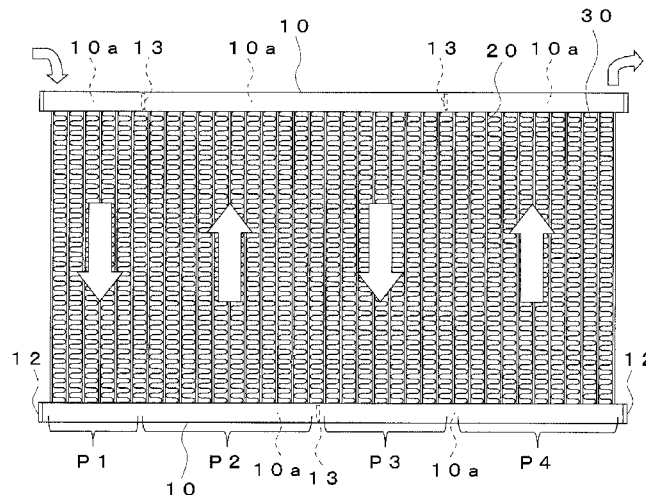


(10) 国際公開番号
WO 2017/110474 A1

- (51) 国際特許分類:
F25B 39/02 (2006.01) F28F 9/02 (2006.01)
F28D 1/053 (2006.01) F28F 13/08 (2006.01)
F28F 1/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/086375
- (22) 国際出願日: 2016年12月7日(07.12.2016)
- (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 2015-250208 2015年12月22日(22.12.2015) JP
- (71) 出願人: サンデンホールディングス株式会社
(SANDEN HOLDINGS CORPORATION) [JP/JP]; 〒3728502 群馬県伊勢崎市寿町20番地 Gunma (JP).
- (72) 発明者: 金子 智(KANEKO Akira); 〒3728502 群馬県伊勢崎市寿町20番地 サンデン・アドバンステクノロジー株式会社内 Gunma (JP). 今藤 智久(IMAFUJI Tomohisa); 〒3728502 群馬県伊勢崎市寿町20番地 サンデン・アドバンステクノロジー株式会社内 Gunma (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: HEAT EXCHANGER

(54) 発明の名称: 熱交換器



(57) Abstract: [Problem] To provide a heat exchanger which allows a refrigerant to flow uniformly without using a complex structure even with a configuration in which the refrigerant circulates through upward core portions and downward core portions. [Solution] Predetermined formulae are established from the relationship among the number of tubes 20, the total flow cross-sectional area of the tubes 20, the length in the header axial direction of the refrigerant circulation space of a header 10, the maximum cross-sectional area in the header radial direction of the refrigerant circulation space 10a of the header 10, and the minimum cross-sectional area in the header radial direction of the refrigerant circulation space 10a of the header 10 in a single upward core portion or a single downward core portion. The minimum and maximum shape coefficients of the upward core portion and the minimum and maximum shape coefficients of the downward core portion as calculated using the respective predetermined formulae fall within predetermined ranges. Thus, using the factors identifying the shape of the heat exchanger, it is possible to determine the shape of the heat exchanger such that the flow of a refrigerant is made uniform.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/110474 A1



冷媒が上昇コア部と下降コア部とを流通する構成においても、複雑な構造を用いずに冷媒の流れを均一化することのできる熱交換器を提供する。【課題】 【解決手段】 一つの上昇コア部または下降コア部における、チューブ20の本数、チューブ20の総流路断面積、ヘッダー10の冷媒流通空間のヘッダー軸方向長さ、ヘッダー10の冷媒流通空間10aのヘッダー径方向最大断面積、ヘッダー10の冷媒流通空間10aのヘッダー径方向最小断面積の関係からなる所定の数式で求められる上昇コア部の形状係数の最小値及び最大値と、所定の数式で求められる下降コア部の形状係数の最小値及び最大値が所定範囲内になるようにしたので、熱交換器の形状を特定する因子により、冷媒の流れが均一になる熱交換器の形状を決めることができる。

明 細 書

発明の名称 : 熱交換器

技術分野

[0001] 本発明は、例えばヒートポンプ式給湯装置の蒸発器として用いられる熱交換器に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、この種の熱交換器としては、互いに径方向に間隔をおいて上下に配置され、水平方向に延びる筒状の一对のヘッダーと、互いにヘッダーの軸方向に間隔をおいて配置されるとともに、各ヘッダーに両端をそれぞれ接続され、上下方向に延びる扁平状の複数のチューブと、各チューブの間に設けられた伝熱フィンとを備え、各ヘッダー間で各チューブを介して熱媒体を流通することにより、各チューブの外部を流通する空気と各チューブ内の冷媒とを熱交換するようにしたものが知られている。

[0003] また、前記熱交換器としては、ヘッダー内を冷媒流通方向の所定箇所で行き交うことにより、下方のヘッダーから上方のヘッダーに向かって冷媒が流通する冷媒流通経路からなる少なくとも一つの上昇コア部と、上方のヘッダーから下方のヘッダーに向かって冷媒が流通する冷媒流通経路からなる少なくとも一つの変圧コア部とを形成し、冷媒を上昇コア部と変圧コア部に交互に流通させるようにしたものが知られている（例えば、特許文献1参照）。

[0004] この熱交換器では、冷媒が上昇コア部と変圧コア部を交互に流通することにより熱交換器全体を蛇行状に流通するので、冷媒流路を長くすることができ、熱交換量を多くすることができる。また、この熱交換器を蒸発器として用いる場合、各チューブが上下方向に延びるように配置されているため、各チューブの表面に結露水が溜まることなく、排水性を向上させることができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2008-292022

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、前記熱交換器では、冷媒が各チューブを上下方向に流通するため、重力の影響により上昇コア部と下降コア部で冷媒の流れが不均一になり、熱交換効率が低下するという問題があった。

[0007] そこで、従来では、ヘッダーに縮流板を配置したり、或いはヘッダーへのチューブの差込量を変えることにより、各チューブの冷媒の流れが均一になるようにヘッダー内の冷媒の流速を調整するようにしている。

[0008] しかしながら、縮流板を用いる場合は、ヘッダーの構造が複雑になるため、製造が困難になるとともにコストが高くなる。更に、構造が複雑になることで冷媒流路内の圧力損失が増加し、熱交換性能が低下するという問題点もある。また、チューブの差込量を変える場合は、製造工程におけるチューブの差込作業が煩雑になり、生産性が低下するという問題点がある。

[0009] 本発明は前記課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、冷媒が上昇コア部と下降コア部とを流通する構成においても、複雑な構造を用いずに冷媒の流れを均一化することのできる熱交換器を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明は前記目的を達成するために、互いに径方向に間隔をおいて上下に配置され、水平方向に延びる筒状の一对のヘッダーと、互いにヘッダーの軸方向に間隔をおいて配置されるとともに、各ヘッダーに両端をそれぞれ接続され、上下方向に延びる扁平状の複数のチューブと、下方のヘッダーから上方のヘッダーに向かって冷媒が流通する冷媒流通経路からなる少なくとも一つの上昇コア部と、上方のヘッダーから下方のヘッダーに向かって冷媒が流通する冷媒流通経路からなる少なくとも一つの下降コア部とを備え、冷媒を上昇コア部と下降コア部に交互に流通させるとともに、各チューブの外部を流通する空気と、各チューブ内の流路を流通する冷媒とを熱交換する熱交換

器において、一つの上昇コア部または下降コア部における、チューブの本数を N 、 N 本のチューブの総流路断面積を S_t [mm^2]、ヘッダーの冷媒流通空間のヘッダー軸方向長さを L [mm]、ヘッダーの冷媒流通空間のヘッダー径方向最大断面積を S_{h1} [mm^2]、ヘッダーの冷媒流通空間のヘッダー径方向最小断面積を S_{h2} [mm^2] とすると、下記の式(1)で求められる上昇コア部の形状係数 ε_{u1} の最小値が 0.06×10^6 、最大値が 429.33×10^6

であり、下記の式(2)で求められる下降コア部の形状係数 ε_{d1} の最小値が 3.73×10^6 、最大値が 230.67×10^6 になるようにしている。

[0011] [数1]

$$\varepsilon_{u1} = \frac{S_t}{N^2 \times S_{h1}^2 \times S_{h2} \times L} \quad \text{式(1)}$$

[0012] [数2]

$$\varepsilon_{d1} = \frac{1}{L \times S_{h1} \times S_{h2}^{0.5} \times S_t^{0.5} \times N} \quad \text{式(2)}$$

[0013] これにより、熱交換器の形状を特定する因子、即ちヘッダー軸方向長さ L 、ヘッダー径方向最大断面積 S_{h1} 、ヘッダー径方向最小断面積 S_{h2} 、チューブ総流路断面積 S_t 、チューブ本数 N により、冷媒の流れが均一になる熱交換器の形状を決めることができる。

[0014] また、本発明は前記目的を達成するために、互いに径方向に間隔をおいて上下に配置され、水平方向に延びる筒状の一对のヘッダーと、互いにヘッダーの軸方向に間隔をおいて配置されるとともに、各ヘッダーに両端をそれぞれ接続され、上下方向に延びる扁平状の複数のチューブと、下方のヘッダーから上方のヘッダーに向かって冷媒が流通する冷媒流通経路からなる少なくとも一つの上昇コア部と、上方のヘッダーから下方のヘッダーに向かって冷

媒が流通する冷媒流通経路からなる少なくとも一つの下降コア部とを備え、冷媒を上昇コア部と下降コア部に交互に流通させるとともに、各チューブの外部を流通する空気と、各チューブ内の流路を流通する冷媒とを熱交換する熱交換器において、一つの上昇コア部または下降コア部における、チューブの本数を N 、 N 本のチューブの総流路断面積を St [mm^2]、ヘッダーの冷媒流通空間のヘッダー軸方向長さを L [mm]、ヘッダーの冷媒流通空間のヘッダー径方向最大断面積を $Sh1$ [mm^2]、ヘッダーの冷媒流通空間のヘッダー径方向最小断面積を $Sh2$ [mm^2]、冷媒の質量流束を G_r [$\text{kg}/\text{m}^2\text{s}$]、冷媒の質量流量を M_r [kg/s]、コア部入口の冷媒の乾き度を x 、ヘッダー内の液相速度を v_1 [m/s]、ヘッダー内の気相速度を v_2 [m/s]、スリップ比を s 、コア部入口の液冷媒密度を ρ_1 [kg/m^3]、コア部入口のガス冷媒密度を ρ_2 [kg/m^3]、ボイド率を α 、重力加速度を g [m/s^2]、 e を 0.4 とすると、ボイド率 α は下記の式(3)、液相速度 v_1 は下記の式(4)、気相速度 v_2 は下記の式(5)、質量流束 G_r は下記の式(6)、スリップ比 s は下記の式(7)の関係をそれぞれ満たし、下記の式(8)で求められる上昇コア部の特性係数 ε_u が 0.02 以上、下記の式(9)で求められる下降コア部の特性係数 ε_d が 0.005 以上になるようにしている。

[0015] [数3]

$$\alpha = \left[1 + \frac{\rho_2}{\rho_1} \left(\frac{1}{x} - 1 \right) e + \left(\frac{\rho_2}{\rho_1} \right)^{0.5} \left(\frac{1}{x} - 1 \right) (1 - e) \left\{ \frac{1 + \left(\frac{1}{x} - 1 \right) e \frac{\rho_2}{\rho_1}}{1 + \left(\frac{1}{x} - 1 \right) e} \right\}^{0.5} \right]^{-1} \quad \text{式(3)}$$

[0016] [数4]

$$v_1 = \frac{v_2}{s} \quad \text{式(4)}$$

[0017] [数5]

$$v_2 = \frac{Gr \times x}{\rho_2 \times \alpha}$$

式 (5)

[0018] [数6]

$$Gr = \frac{Mr}{S_{h1}}$$

式 (6)

[0019] [数7]

$$s = \frac{\rho_1}{\rho_2} \frac{x}{(1-x)} \frac{(1-\alpha)}{\alpha}$$

式 (7)

[0020] [数8]

$$\varepsilon_u = \frac{v_1^2 \times (1-\alpha)^2 \times S_t}{N^2 \times S_{h2} \times L \times g} \times 10^3$$

式 (8)

[0021] [数9]

$$\varepsilon_d = \frac{v_1 \times Mr}{L \times S_{h2}^{0.5} \times S_t^{0.5} \times g \times N \times \rho_1}$$

式 (9)

[0022] これにより、上昇コア部の特性係数 ε_u が 0.02 以上となり、且つ下降コア部の特性係数 ε_d が 0.005 以上となるので、前述と同様、冷媒の流れが均一になる熱交換器の形状及び冷媒の物性を決めることができる。

発明の効果

[0023] 本発明によれば、熱交換器の形状を特定する因子により、冷媒の流れが均一になる熱交換器の形状を決めることができるので、冷媒が上昇コア部と下降コア部を流通する構成においても、複雑な構造を用いずに冷媒の流れを均一化することができ、熱交換効率の高い熱交換器を容易且つ低コストに製造することができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本発明の一実施形態を示す熱交換器の正面図

[図2]チューブの断面図

[図3]ヘッダー及びチューブの一部断面部分斜視図

[図4]冷媒流通経路を示す熱交換器の正面図

[図5]ヘッダーのA－A線矢視方向断面図

[図6]チューブの正面図

[図7]ヘッダーのB－B線矢視方向断面図

[図8]ヘッダーのC－C線矢視方向断面図

[図9] ε_u と冷却能力との関係を示す図

[図10] ε_d と冷却能力との関係を示す図

[図11]冷媒流通経路数が「2」の熱交換器の概略正面図

[図12]冷媒流通経路数が「2」の熱交換器の概略正面図

[図13]冷媒流通経路数が「3」の熱交換器の概略正面図

[図14]冷媒流通経路数が「3」の熱交換器の概略正面図

[図15]冷媒流通経路数が「4」の熱交換器の概略正面図

[図16]冷媒流通経路数が「4」の熱交換器の概略正面図

[図17]冷媒流通経路数が「5」の熱交換器の概略正面図

[図18]冷媒流通経路数が「5」の熱交換器の概略正面図

[図19]冷媒流通経路数が「6」の熱交換器の概略正面図

[図20]冷媒流通経路数が「6」の熱交換器の概略正面図

[図21]冷媒流通経路数が「7」の熱交換器の概略正面図

[図22]冷媒流通経路数が「7」の熱交換器の概略正面図

- [図23]冷媒流通経路数が「8」の熱交換器の概略正面図
- [図24]冷媒流通経路数が「8」の熱交換器の概略正面図
- [図25]冷媒流通経路数が「9」の熱交換器の概略正面図
- [図26]冷媒流通経路数が「9」の熱交換器の概略正面図
- [図27]冷媒流通経路数が「10」の熱交換器の概略正面図
- [図28]冷媒流通経路数が「10」の熱交換器の概略正面図
- [図29]冷媒流通経路数が「2」の熱交換器における形状係数を示す図
- [図30]冷媒流通経路数が「2」の熱交換器における形状係数を示す図
- [図31]冷媒流通経路数が「3」の熱交換器における形状係数を示す図
- [図32]冷媒流通経路数が「3」の熱交換器における形状係数を示す図
- [図33]冷媒流通経路数が「4」の熱交換器における形状係数を示す図
- [図34]冷媒流通経路数が「4」の熱交換器における形状係数を示す図
- [図35]冷媒流通経路数が「5」の熱交換器における形状係数を示す図
- [図36]冷媒流通経路数が「5」の熱交換器における形状係数を示す図
- [図37]冷媒流通経路数が「6」の熱交換器における形状係数を示す図
- [図38]冷媒流通経路数が「6」の熱交換器における形状係数を示す図
- [図39]冷媒流通経路数が「7」の熱交換器における形状係数を示す図
- [図40]冷媒流通経路数が「7」の熱交換器における形状係数を示す図
- [図41]冷媒流通経路数が「8」の熱交換器における形状係数を示す図
- [図42]冷媒流通経路数が「8」の熱交換器における形状係数を示す図
- [図43]冷媒流通経路数が「9」の熱交換器における形状係数を示す図
- [図44]冷媒流通経路数が「9」の熱交換器における形状係数を示す図
- [図45]冷媒流通経路数が「10」の熱交換器における形状係数を示す図
- [図46]冷媒流通経路数が「10」の熱交換器における形状係数を示す図

発明を実施するための形態

- [0025] 図1乃至図46は本発明の一実施形態を示すもので、例えば冷凍回路の蒸発器として用いられ、冷媒としての二酸化炭素冷媒を流通する熱交換器を示すものである。

- [0026] 本実施形態の熱交換器は、互いに径方向に間隔をおいて上下に配置された円筒状の一对のヘッダー１０と、互いにヘッダー１０の軸方向に間隔をおいて配置され、各ヘッダー１０に両端をそれぞれ接続された扁平状の複数のチューブ２０とを備えている。
- [0027] 各ヘッダー１０は、アルミニウム等の金属を左右方向（水平方向）に延びる円筒状に形成した部材からなり、その側面（周壁面）には、各チューブ２０の端部がそれぞれ接続される複数の接続孔１１が互いにヘッダー１０の軸方向に等間隔で設けられている。接続孔１１はヘッダー１０の周方向に延びる長孔状に形成され、ヘッダー１０の周壁部を貫通するように形成されている。また、各ヘッダー１０の軸方向の両端は、蓋部材１２によってそれぞれ閉塞されている。更に、上方のヘッダー１０の一端には図示しない流入パイプが接続され、上方のヘッダー１０の他端には図示しない流出パイプが接続されている。
- [0028] 各チューブ２０は、アルミニウム等の金属の押出成形品等からなり、厚さ方向の寸法が幅方向の寸法に対して小さい扁平状に形成されている。また、チューブ２０の幅方向両端は半円形の曲面状に形成されている。チューブ２０には、チューブ２０内の流路を形成する複数の冷媒流通孔２１が互いにチューブ２０の幅方向に等間隔で設けられ、各冷媒流通孔２１は上下方向に長い断面長円形状に形成されている。
- [0029] 各伝熱フィン３０は、アルミニウム等の金属板を波形状に形成した部材からなり、それぞれ各チューブ２０の間に配置されている。
- [0030] また、各ヘッダー１０内にはヘッダー１０内を軸方向に仕切る仕切板１３がそれぞれ設けられている。上方のヘッダー１０内は、軸方向二箇所（ヘッダー１０の軸方向両端側）に仕切板１３が配置され、各仕切板１３によって３つの冷媒流通空間１０ａに仕切られている。下方のヘッダー１０内は、軸方向一箇所（ヘッダー１０の軸方向略中央）に仕切板１３が配置され、仕切板１３によって２つの冷媒流通空間１０ａに仕切られている。これにより、各チューブ２０は、各ヘッダー１０の一端（図中左側端部）から上方のヘッ

ダー１０の一方の仕切板１３（図中左側）まで配列された複数のチューブ２０からなる第１の冷媒流通経路Ｐ１と、上方のヘッダー１０の一方の仕切板１３から下方のヘッダー１０の仕切板１３まで配列された複数のチューブ２０からなる第２の冷媒流通経路Ｐ２と、下方のヘッダー１０の仕切板１３から上方のヘッダー１０の他方の仕切板１３（図中右側）まで配列された複数のチューブ２０からなる第３の冷媒流通経路Ｐ３と、上方のヘッダー１０の他方の仕切板１３から各ヘッダー１０の他端（図中右側端部）まで配列された複数のチューブ２０からなる第４の冷媒流通経路Ｐ４とを形成している。

[0031] 以上のように構成された熱交換器は、図４の白抜き矢印で示すように、冷凍回路（図示せず）の冷媒が図示しない流入パイプから上方のヘッダー１０の軸方向一端側に流入し、第１～第４の冷媒流通経路Ｐ１～Ｐ４のチューブ２０を順次流通した後、上方のヘッダー１０の軸方向他端側から図示しない流出パイプを介して外部に流出する。この場合、第１及び第３の冷媒流通経路Ｐ１，Ｐ３では冷媒が上方から下方に向かって流通し、第２及び第４の冷媒流通経路Ｐ２，Ｐ４では冷媒が下方から上方に向かって流通する。即ち、第２及び第４の冷媒流通経路Ｐ２，Ｐ４はそれぞれ上昇コア部となり、第１及び第３の冷媒流通経路Ｐ１，Ｐ３はそれぞれ下降コア部となる。

[0032] 本実施形態のように冷媒が上昇コア部と下降コア部を交互に流通する構成では、冷媒が各チューブ２０を上下方向に流通するため、重力の影響により上昇コア部と下降コア部とを分流する冷媒の流れが不均一になり、蒸発器としての冷却能力が低下することになる。

[0033] そこで、多くの実験データから、冷媒の分流に大きく影響を与える形状因子を特定し、冷媒の流れが均一化する数値範囲を以下の関係式により導き出した。

[0034] 即ち、前記熱交換器の形状を特定する因子として、一つの上昇コア部または下降コア部における、チューブ２０の本数を N 、 N 本のチューブ２０の総流路断面積を S_t [mm^2]、ヘッダー１０の冷媒流通空間１０ａのヘッダー軸方向長さを L [mm]、ヘッダー１０の冷媒流通空間１０ａのヘッダー径

方向最大断面積を $Sh1$ [m^2]、ヘッダー 10 の冷媒流通空間 10a のヘッダー径方向最小断面積を $Sh2$ [m^2] とし、前記熱交換器を流通する冷媒の物性を特定する因子として、冷媒の質量流束を Gr [kg/m^2s]、冷媒の質量流量を Mr [kg/s]、コア部入口の冷媒の乾き度を x 、ヘッダー 10 内の冷媒の液相速度を $v1$ [m/s]、ヘッダー 10 内の冷媒の気相速度を $v2$ [m/s]、スリップ比を s 、コア部入口の液冷媒密度を $\rho1$ [kg/m^3]、コア部入口のガス冷媒密度を $\rho2$ [kg/m^3]、ボイド率を α 、重力加速度を g [m/s^2] とすると、以下の式 (10) で求められる上昇コア部の特性係数 ϵ_u が 0.02 以上、以下の式 (11) で求められる下降コア部の特性係数 ϵ_d が 0.005 以上である場合は、図 9 及び図 10 に示す実験データにより、冷却能力が低下しないことが確認された。尚、チューブ 20 の総流路断面積 St とは、図 5 及び図 6 に示すように、チューブ 1 本当たりの各冷媒流通孔 21 の流路断面積 $St1$ を合計した流路断面積 $St2$ にチューブ 20 の本数 N を乗じた流路断面積である。また、ヘッダー 10 の冷媒流通空間のヘッダー径方向最小断面積 $Sh2$ は、図 8 に示すようにヘッダー径方向最大断面積 $Sh1$ からチューブ 20 の挿入部分を除いた面積である。

[0035] [数10]

$$\epsilon_u = \frac{v_1^2 \times (1 - \alpha)^2 \times St}{N^2 \times Sh2 \times L \times g} \times 10^3 \quad \text{式 (10)}$$

[0036] [数11]

$$\epsilon_d = \frac{v_1 \times Mr}{L \times Sh2^{0.5} \times St^{0.5} \times g \times N \times \rho_1} \quad \text{式 (11)}$$

[0037] 尚、上記式 (10) 及び (11) において、以下の式 (12) ~ (16) を満たすもの

とする。但し、 $e = 0.4$ とする。

[0038] [数12]

$$\alpha = \left[1 + \frac{\rho_2}{\rho_1} \left(\frac{1}{x} - 1 \right) e + \left(\frac{\rho_2}{\rho_1} \right)^{0.5} \left(\frac{1}{x} - 1 \right) (1 - e) \left\{ \frac{1 + \left(\frac{1}{x} - 1 \right) e \frac{\rho_2}{\rho_1}}{1 + \left(\frac{1}{x} - 1 \right) e} \right\}^{0.5} \right]^{-1} \quad \text{式 (12)}$$

[0039] [数13]

$$v_1 = \frac{v_2}{s} \quad \text{式 (13)}$$

[0040] [数14]

$$v_2 = \frac{Gr \times x}{\rho_2 \times \alpha} \quad \text{式 (14)}$$

[0041] [数15]

$$Gr = \frac{Mr}{S_{h1}} \quad \text{式 (15)}$$

[0042] [数16]

$$s = \frac{\rho_1}{\rho_2} \frac{x}{(1-x)} \frac{(1-\alpha)}{\alpha} \quad \text{式 (16)}$$

[0043] 前記上昇コア部の特性係数 ε_u の式 (10) は、熱交換器の形状を特定する因子と、熱交換器を流通する冷媒の物性を特定する因子とが含まれるが、式 (10) を、熱交換器の形状を特定する因子のみからなる形状係数 ε_{u1} と

、熱交換器を流通する冷媒の物性を特定する因子のみからなる物性係数 ε_{u2} とに分けると、特性係数 ε_u は以下の式 (17) ~ (19) であらわされる。

[0044] [数17]

$$\varepsilon_u = \varepsilon_{u1} \times \varepsilon_{u2} \quad \text{式 (17)}$$

[0045] [数18]

$$\varepsilon_{u1} = \frac{S_l}{N^2 \times S_{h1}^2 \times S_{h2} \times L} \quad \text{式 (18)}$$

[0046] [数19]

$$\varepsilon_{u2} = \frac{(Mr \times x)^2 \times (1 - \alpha)^2}{(\rho_2 \times \alpha)^2 \times s^2 \times g} \times 10^3 \quad \text{式 (19)}$$

[0047] また、前記下降コア部の特性係数 ε_d の式 (11) も同様、熱交換器の形状を特定する因子と、熱交換器を流通する冷媒の物性を特定する因子とが含まれるが、式 (11) を、熱交換器の形状を特定する因子のみからなる形状係数 ε_{d1} と、熱交換器を流通する冷媒の物性を特定する因子のみからなる物性係数 ε_{d2} とに分けると、特性係数 ε_d は以下の式 (20) ~ (22) であらわされる。

[0048] [数20]

$$\varepsilon_d = \varepsilon_{d1} \times \varepsilon_{d2} \quad \text{式 (20)}$$

[0049]

[数21]

$$\varepsilon_{d1} = \frac{1}{L \times S_{h1} \times S_{h2}^{0.5} \times S_t^{0.5} \times N} \quad \text{式 (21)}$$

[0050] [数22]

$$\varepsilon_{d2} = \frac{Mr^2 \times x}{\alpha \times \rho_2 \times \rho_1 \times s \times g} \quad \text{式 (22)}$$

[0051] 前記式(17)～(22)を用い、物性を特定する因子を所定範囲に設定し、上昇コア部の特性係数 ε_u が0.02以上のときの形状係数 ε_{u1} の最小値及び最大値と、下降コア部の特性係数 ε_d が0.005以上のときの下降コア部の形状係数 ε_{d1} の最小値及び最大値とを求めた結果を図29乃至図46に示す。この場合、図11乃至図28に示すように、冷媒流通経路の数が2～10の熱交換器について形状係数 ε_{u1} 、 ε_{d1} を求めた。また、物性を特定する因子の範囲は、冷媒の流量を40kg/h以上180kg/h以下、冷媒の圧力を2.5MPaG以上5.0MPaG以上とし、乾き度の範囲は0.08～0.94の範囲内で冷媒流通経路ごとに設定した(図29乃至図46参照)。

[0052] 上記の結果、図29乃至図46に示すように、上昇コア部の形状係数 ε_{u1} の最小値は 0.06×10^6 、最大値は 429.33×10^6 、下降コア部の形状係数 ε_{d1} の最小値は 3.73×10^6 、最大値は 230.67×10^6 となった。

[0053] このように、本実施形態によれば、一つの上昇コア部または下降コア部における、チューブ20の本数をN、N本のチューブ20の総流路断面積を S_t [mm²]、ヘッダー10の冷媒流通空間10aのヘッダー軸方向長さをL [mm]、ヘッダー10の冷媒流通空間10aのヘッダー径方向最大断面積を S_{h1} [mm²]、ヘッダー10の冷媒流通空間10aのヘッダー径方向最

小断面積を Sh_2 [mm^2] とすると、前記式 (11) で求められる上昇コア部の形状係数 ε_{u1} の最小値が 0.06×10^6 、最大値が 429.33×10^6 であり、前記式 (14) で求められる下降コア部の形状係数 ε_{d1} の最小値が 3.73×10^6 、最大値が 230.67×10^6 になるようにしたので、熱交換器の形状を特定する因子、即ちヘッダー軸方向長さ L 、ヘッダー径方向最大断面積 Sh_1 、ヘッダー径方向最小断面積 Sh_2 、チューブ総流路断面積 St 、チューブ本数 N により、冷媒の流れが均一になる熱交換器の形状を決めることができる。これにより、冷媒が上昇コア部と下降コア部を交互に流通する構成においても、複雑な構造を用いずに冷媒の流れを均一化することができ、熱交換効率の高い熱交換器を容易且つ低コストに製造することができる。

[0054] この場合、熱交換器の形状を特定する因子のみを任意の数値にすることにより、各コア部の形状係数 ε_{u1} 、 ε_{d1} を変えることができるので、例えばチューブ本数 N のみを変えることにより各コア部の形状係数 ε_{u1} 、 ε_{d1} が前記数値範囲に入るようにすれば、熱交換器全体の大きさや能力等の仕様に応じて、冷媒の流れの均一な熱交換器を容易に設計することができる。

[0055] また、冷媒の質量流束を G_r [kg/m^2s]、冷媒の質量流量を M_r [kg/s]、コア部入口の冷媒の乾き度を x 、ヘッダー 10 内の液相速度を v_1 [m/s]、ヘッダー 10 内の気相速度を v_2 [m/s]、スリップ比を s 、コア部入口の液冷媒密度を ρ_1 [kg/m^3]、コア部入口のガス冷媒密度を ρ_2 [kg/m^3]、ボイド率を α 、重力加速度を g [m/s^2]、 e を 0.4 とすると、形状係数 ε_{u1} 、 ε_{d1} が前記数値範囲を満たす場合において、前記式 (10) ~ (16) で求められる上昇コア部の特性係数 ε_u が 0.02 以上であることと、下降コア部の特性係数 ε_d が 0.005 以上であることの少なくとも一方を満たすようにすることにより、熱交換器を流通する冷媒の物性を特定する因子、即ち冷媒の質量流束 G_r 、冷媒の質量流量 M_r 、コア部入口の冷媒の乾き度 x 、ヘッダー 10 内の液相速度 v_1 、ヘッダー 10 内の気相速度 v_2 、スリップ比 s 、コア部入口の液冷媒密度 ρ_1 、コア部入口

のガス冷媒密度 ρ_2 、ボイド率 α により、冷媒の流れが均一になるように熱交換器を流通する冷媒の物性を決めることができる。

[0056] 更に、形状係数 ε_{u1} 、 ε_{d1} の数値範囲に拘わらず、上昇コア部の特性係数 ε_u が 0.02 以上となり、且つ下降コア部の特性係数 ε_d が 0.005 以上となるようにすれば、前述と同様、冷媒の流れが均一になる熱交換器の形状及び冷媒の物性を決めることができる。

符号の説明

[0057] 10…ヘッダー、10a…冷媒流通空間、20…チューブ、P1～P10…第1～第10の冷媒流通経路。

請求の範囲

[請求項1]

互いに径方向に間隔をおいて上下に配置され、水平方向に延びる筒状の一对のヘッダーと、互いにヘッダーの軸方向に間隔をおいて配置されるとともに、各ヘッダーに両端をそれぞれ接続され、上下方向に延びる扁平状の複数のチューブと、下方のヘッダーから上方のヘッダーに向かって冷媒が流通する冷媒流通経路からなる少なくとも一つの上昇コア部と、上方のヘッダーから下方のヘッダーに向かって冷媒が流通する冷媒流通経路からなる少なくとも一つの変圧コア部とを備え、冷媒を上昇コア部と変圧コア部に交互に流通させるとともに、各チューブの外部を流通する空気と、各チューブ内の流路を流通する冷媒とを熱交換する熱交換器において、

一つの上昇コア部または変圧コア部における、チューブの本数をN、N本のチューブの総流路断面積を S_t [mm²]、ヘッダーの冷媒流通空間のヘッダー軸方向長さをL [mm]、ヘッダーの冷媒流通空間のヘッダー径方向最大断面積を S_{h1} [mm²]、ヘッダーの冷媒流通空間のヘッダー径方向最小断面積を S_{h2} [mm²]とすると、

下記の式(1)で求められる上昇コア部の形状係数 ε_{u1} の最小値が 0.06×10^6 、最大値が 429.33×10^6 であり、

下記の式(2)で求められる変圧コア部の形状係数 ε_{d1} の最小値が 3.73×10^6 、最大値が 230.67×10^6 である

ことを特徴とする熱交換器。

[数1]

$$\varepsilon_{u1} = \frac{S_t}{N^2 \times S_{h1}^2 \times S_{h2} \times L}$$

式(1)

[数2]

$$\varepsilon_{d1} = \frac{1}{L \times S_{h1} \times S_{h2}^{0.5} \times S_t^{0.5} \times N} \quad \text{式 (2)}$$

[請求項2]

前記冷媒の質量流束を G_r [k g / m² s]、冷媒の質量流量を M_r [k g / s]、コア部入口の冷媒の乾き度を x 、ヘッダー内の液相速度を v_1 [m / s]、ヘッダー内の気相速度を v_2 [m / s]、スリップ比を s 、コア部入口の液冷媒密度を ρ_1 [k g / m³]、コア部入口のガス冷媒密度を ρ_2 [k g / m³]、ボイド率を α 、重力加速度を g [m / s²]、 e を 0.4 とすると、

ボイド率 α は下記の式 (3)、液相速度 v_1 は下記の式 (4)、気相速度 v_2 は下記の式 (5)、質量流束 G_r は下記の式 (6)、スリップ比 s は下記の式 (7) の関係をそれぞれ満たし、

下記の式 (8) で求められる上昇コア部の特性係数 ε_u が 0.02 以上である

ことを特徴とする請求項 1 記載の熱交換器。

[数3]

$$\alpha = \left[1 + \frac{\rho_2}{\rho_1} \left(\frac{1}{x} - 1 \right) e + \left(\frac{\rho_2}{\rho_1} \right)^{0.5} \left(\frac{1}{x} - 1 \right) (1 - e) \left\{ \frac{1 + \left(\frac{1}{x} - 1 \right) e \frac{\rho_2}{\rho_1}}{1 + \left(\frac{1}{x} - 1 \right) e} \right\}^{0.5} \right]^{-1} \quad \text{式 (3)}$$

[数4]

$$v_1 = \frac{v_2}{s} \quad \text{式 (4)}$$

[数5]

$$v_2 = \frac{Gr \times x}{\rho_2 \times \alpha}$$

式 (5)

[数6]

$$Gr = \frac{Mr}{S_{h1}}$$

式 (6)

[数7]

$$s = \frac{\rho_1}{\rho_2} \frac{x}{(1-x)} \frac{(1-\alpha)}{\alpha}$$

式 (7)

[数8]

$$\varepsilon_u = \frac{v_1^2 \times (1-\alpha)^2 \times S_t}{N^2 \times S_{h2} \times L \times g} \times 10^3$$

式 (8)

[請求項3]

前記冷媒の質量流束を G_r [k g / m² s]、冷媒の質量流量を M_r [k g / s]、コア部入口の冷媒の乾き度を x 、ヘッダー内の液相速度を v_1 [m / s]、ヘッダー内の気相速度を v_2 [m / s]、スリップ比を s 、コア部入口の液冷媒密度を ρ_1 [k g / m³]、コア部入口のガス冷媒密度を ρ_2 [k g / m³]、ボイド率を α 、重力加速度を g [m / s²]、 e を 0.4 とすると、

ボイド率 α は下記の式 (9)、液相速度 v_1 は下記の式 (10)、気相速度 v_2 は下記の式 (11)、質量流束 G_r は下記の式 (12)、スリップ比 s は下記の式 (13) の関係をそれぞれ満たし、

下記の式 (14) で求められる下降コア部の特性係数 ε_d が 0.0

0.5以上である

ことを特徴とする請求項1記載の熱交換器。

[数9]

$$\alpha = \left[1 + \frac{\rho_2}{\rho_1} \left(\frac{1}{x} - 1 \right) e + \left(\frac{\rho_2}{\rho_1} \right)^{0.5} \left(\frac{1}{x} - 1 \right) (1 - e) \left\{ \frac{1 + \left(\frac{1}{x} - 1 \right) e \frac{\rho_2}{\rho_1}}{1 + \left(\frac{1}{x} - 1 \right) e} \right\}^{0.5} \right]^{-1} \quad \text{式 (9)}$$

[数10]

$$v_1 = \frac{v_2}{s} \quad \text{式 (10)}$$

[数11]

$$v_2 = \frac{Gr \times x}{\rho_2 \times \alpha} \quad \text{式 (11)}$$

[数12]

$$Gr = \frac{Mr}{S_{h1}} \quad \text{式 (12)}$$

[数13]

$$s = \frac{\rho_1}{\rho_2} \frac{x}{(1-x)} \frac{(1-\alpha)}{\alpha} \quad \text{式 (13)}$$

[数14]

$$\varepsilon_d = \frac{v_1 \times Mr}{L \times S_{h2}^{0.5} \times S_t^{0.5} \times g \times N \times \rho_1} \quad \text{式 (14)}$$

[請求項4]

互いに径方向に間隔をおいて上下に配置され、水平方向に延びる筒状の一对のヘッダーと、互いにヘッダーの軸方向に間隔をおいて配置されるとともに、各ヘッダーに両端をそれぞれ接続され、上下方向に延びる扁平状の複数のチューブと、下方のヘッダーから上方のヘッダーに向かって冷媒が流通する冷媒流通経路からなる少なくとも一つの上昇コア部と、上方のヘッダーから下方のヘッダーに向かって冷媒が流通する冷媒流通経路からなる少なくとも一つの変降コア部とを備え、冷媒を上昇コア部と変降コア部に交互に流通させるとともに、各チューブの外部を流通する空気と、各チューブ内の流路を流通する冷媒とを熱交換する熱交換器において、

一つの上昇コア部または変降コア部における、チューブの本数をN、N本のチューブの総流路断面積をSt [mm²]、ヘッダーの冷媒流通空間のヘッダー軸方向長さをL [mm]、ヘッダーの冷媒流通空間のヘッダー径方向最大断面積をSh1 [mm²]、ヘッダーの冷媒流通空間のヘッダー径方向最小断面積をSh2 [mm²]、冷媒の質量流束をGr [kg/m²s]、冷媒の質量流量をMr [kg/s]、コア部入口の冷媒の乾き度をx、ヘッダー内の液相速度をv1 [m/s]、ヘッダー内の気相速度をv2 [m/s]、スリップ比をs、コア部入口の液冷媒密度をρ1 [kg/m³]、コア部入口のガス冷媒密度をρ2 [kg/m³]、ボイド率をα、重力加速度をg [m/s²]、eを0.4とすると、

ボイド率αは下記の式(15)、液相速度v1は下記の式(16)、気相速度v2は下記の式(17)、質量流束Grは下記の式(18)

）、スリップ比 s は下記の式（１９）の関係をそれぞれ満たし、下記の式（２０）で求められる上昇コア部の特性係数 ε_u が 0.02 以上、下記の式（２１）で求められる下降コア部の特性係数 ε_d が 0.005 以上である

ことを特徴とする熱交換器。

[数15]

$$\alpha = \left[1 + \frac{\rho_2}{\rho_1} \left(\frac{1}{x} - 1 \right) e + \left(\frac{\rho_2}{\rho_1} \right)^{0.5} \left(\frac{1}{x} - 1 \right) (1 - e) \left\{ \frac{1 + \left(\frac{1}{x} - 1 \right) e \frac{\rho_2}{\rho_1}}{1 + \left(\frac{1}{x} - 1 \right) e} \right\}^{0.5} \right]^{-1} \quad \text{式（１５）}$$

[数16]

$$v_1 = \frac{v_2}{s} \quad \text{式（１６）}$$

[数17]

$$v_2 = \frac{Gr \times x}{\rho_2 \times \alpha} \quad \text{式（１７）}$$

[数18]

$$Gr = \frac{Mr}{S_{h1}} \quad \text{式（１８）}$$

[数19]

$$s = \frac{\rho_1}{\rho_2} \frac{x}{(1-x)} \frac{(1-\alpha)}{\alpha} \quad \text{式（１９）}$$

[数20]

$$\varepsilon_u = \frac{v_1^2 \times (1 - \alpha)^2 \times S_t}{N^2 \times S_{h2} \times L \times g} \times 10^3$$

式 (2 0)

[数21]

$$\varepsilon_d = \frac{v_1 \times Mr}{L \times S_{h2}^{0.5} \times S_t^{0.5} \times g \times N \times \rho_1}$$

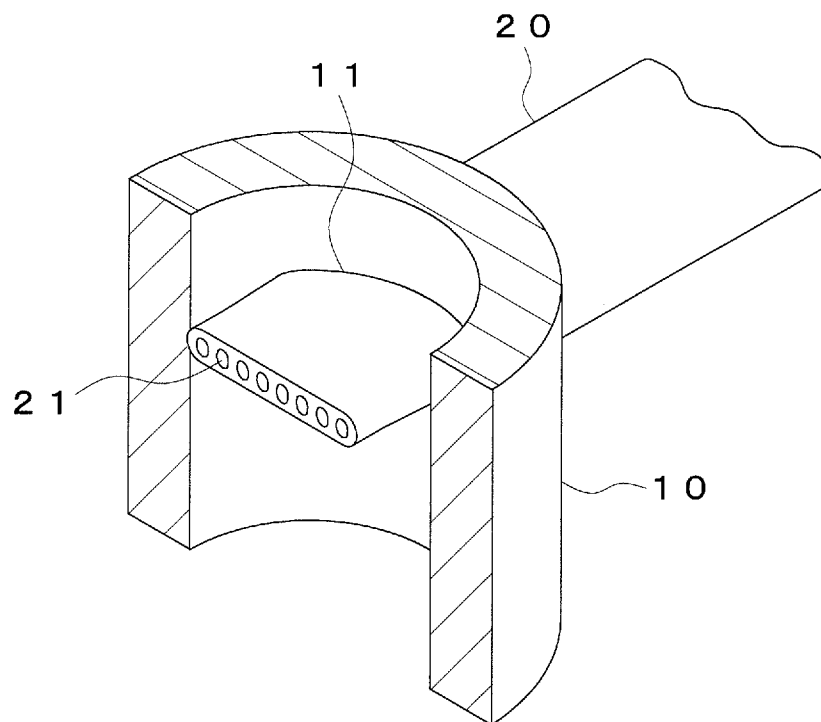
式 (2 1)

[請求項5]

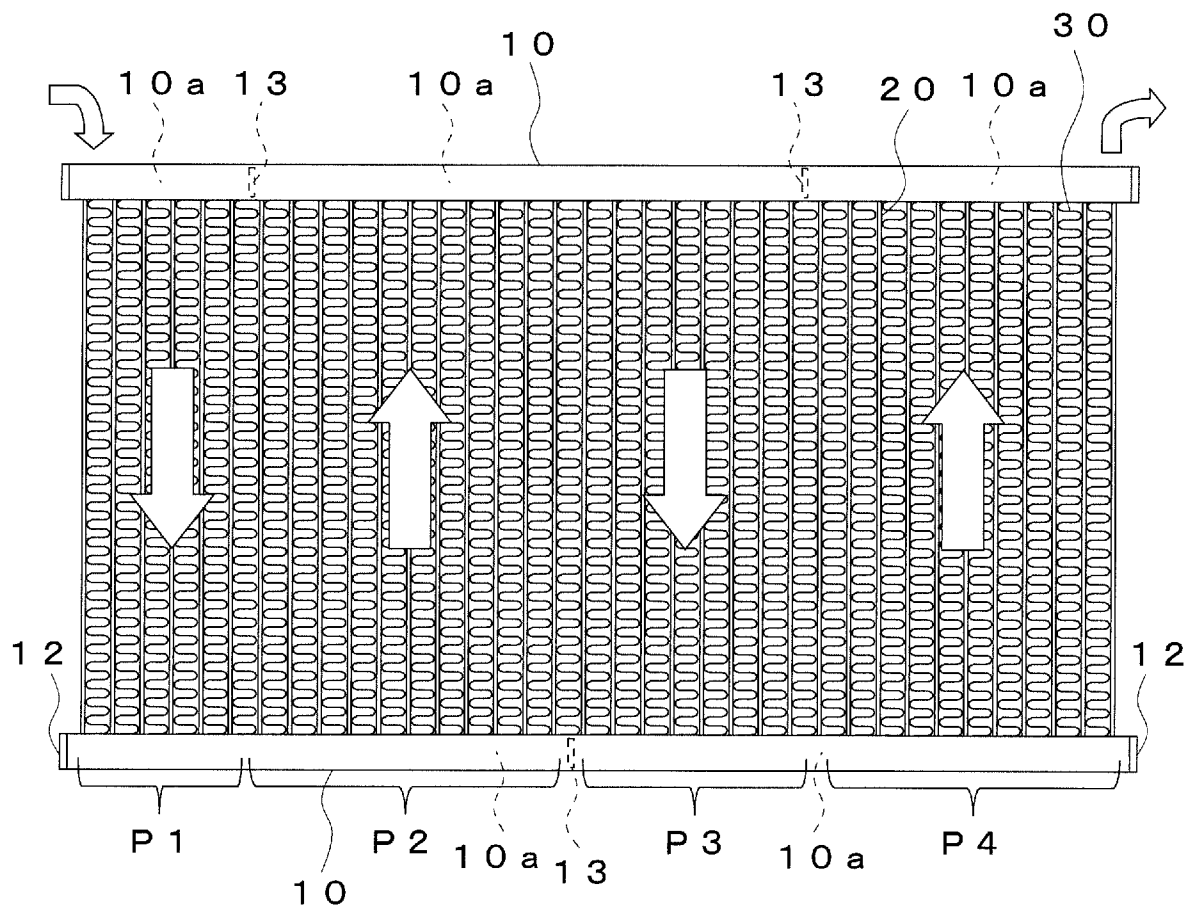
前記冷媒は二酸化炭素冷媒である

ことを特徴とする請求項1、2、3または4記載の熱交換器。

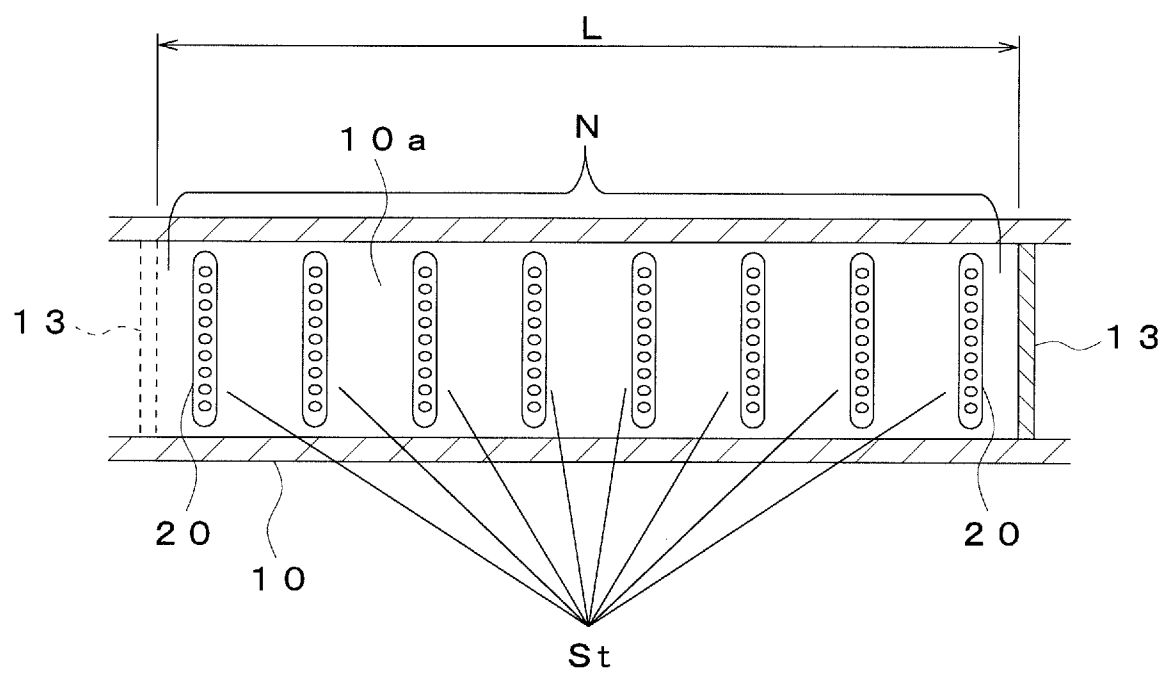
[図3]



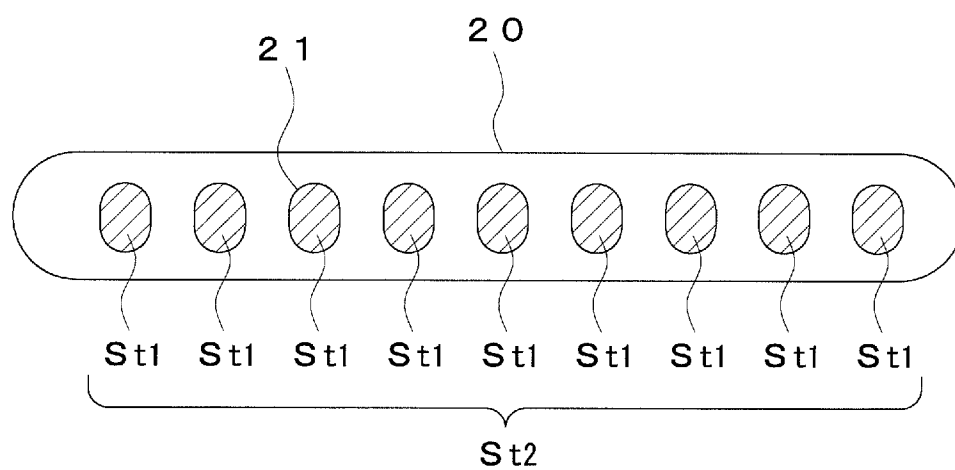
[図4]



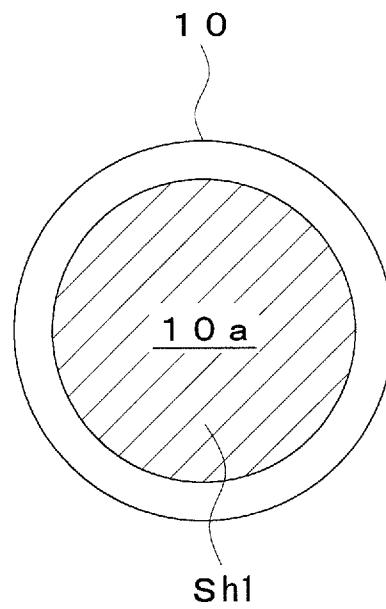
[図5]



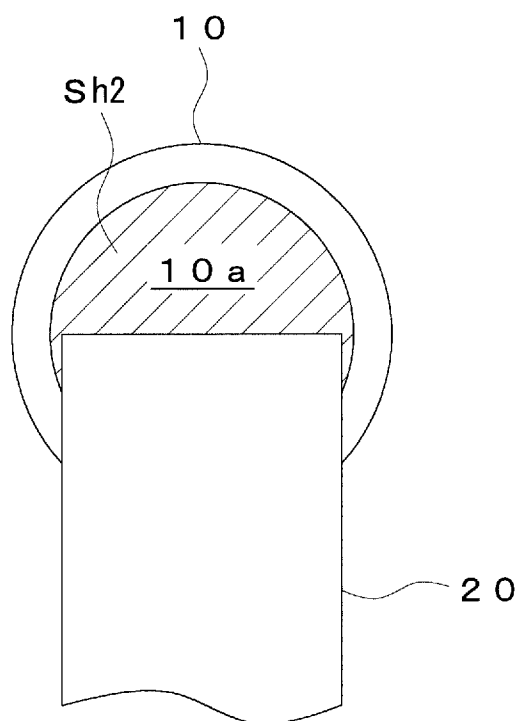
[図6]



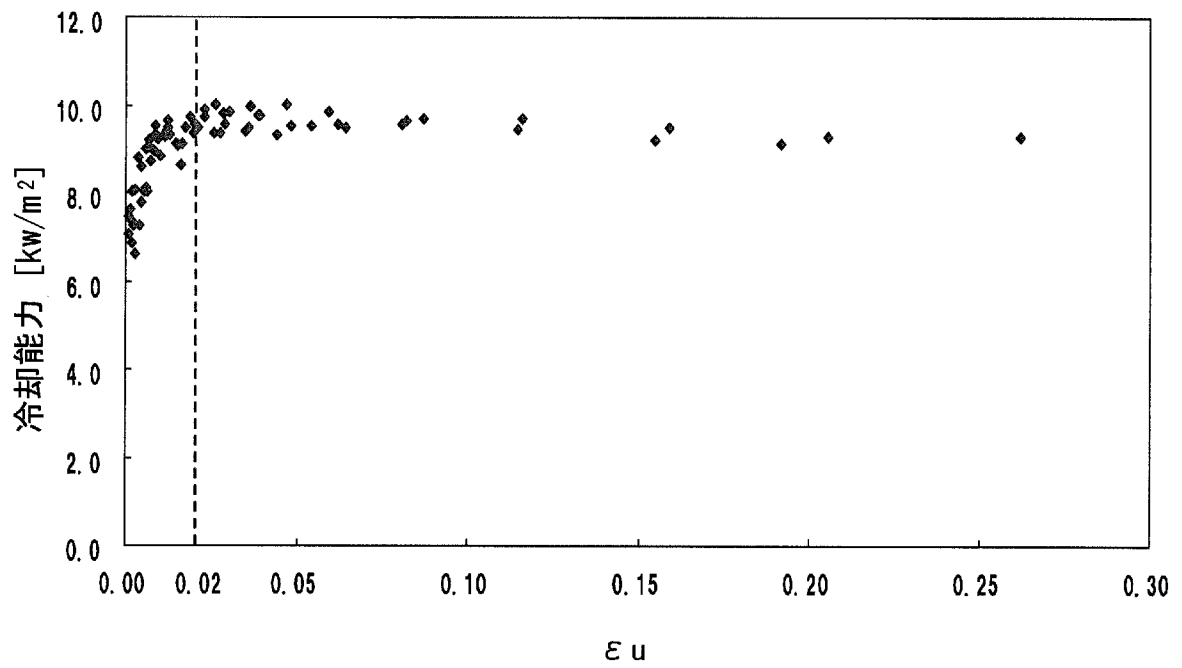
[図7]



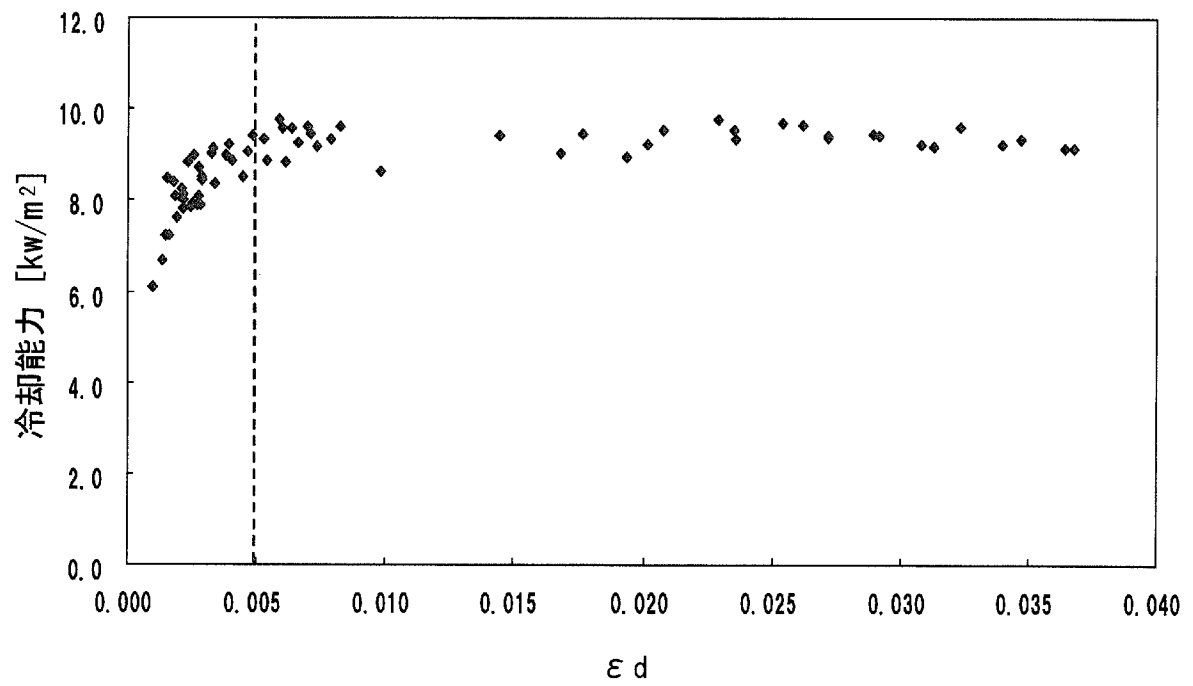
[図8]



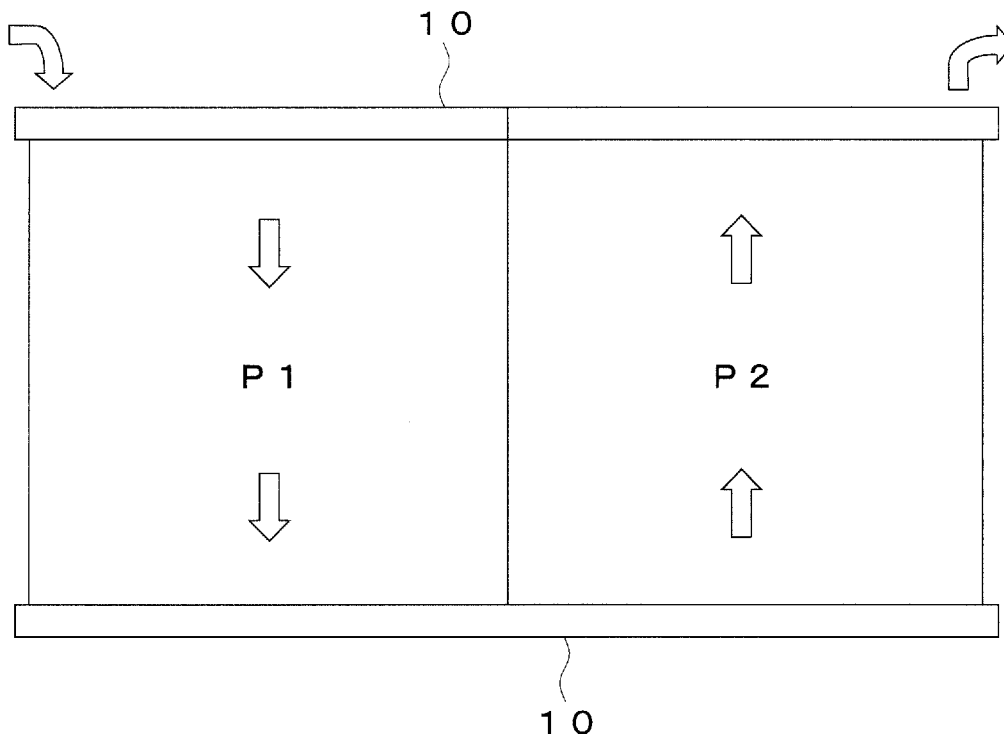
[図9]



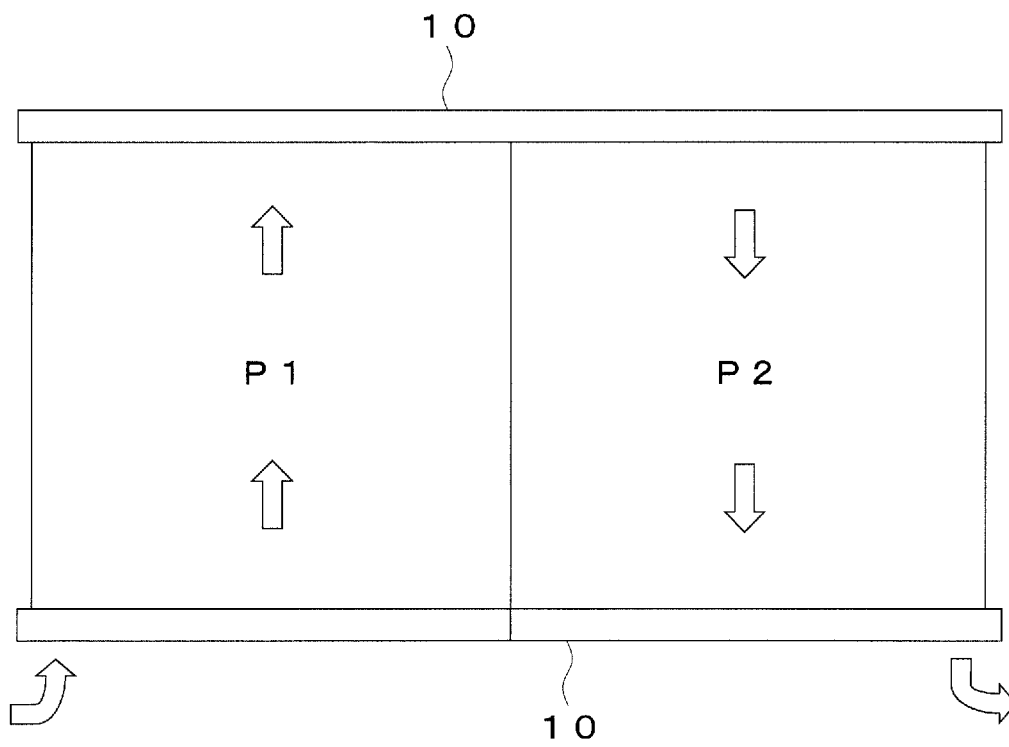
[図10]



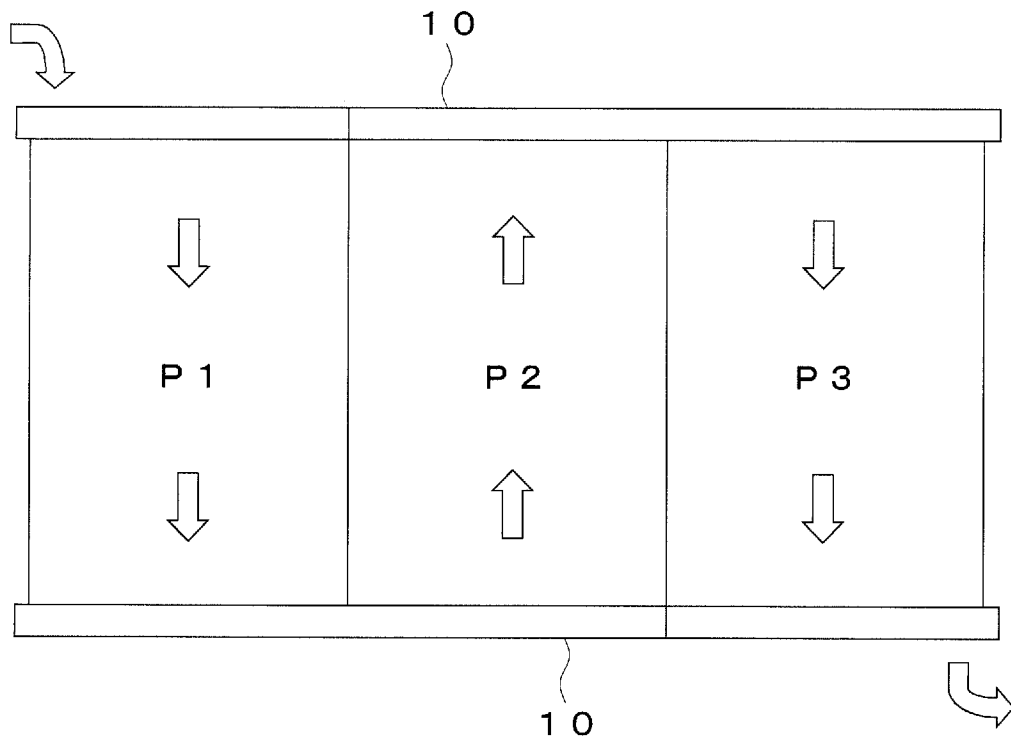
[図11]



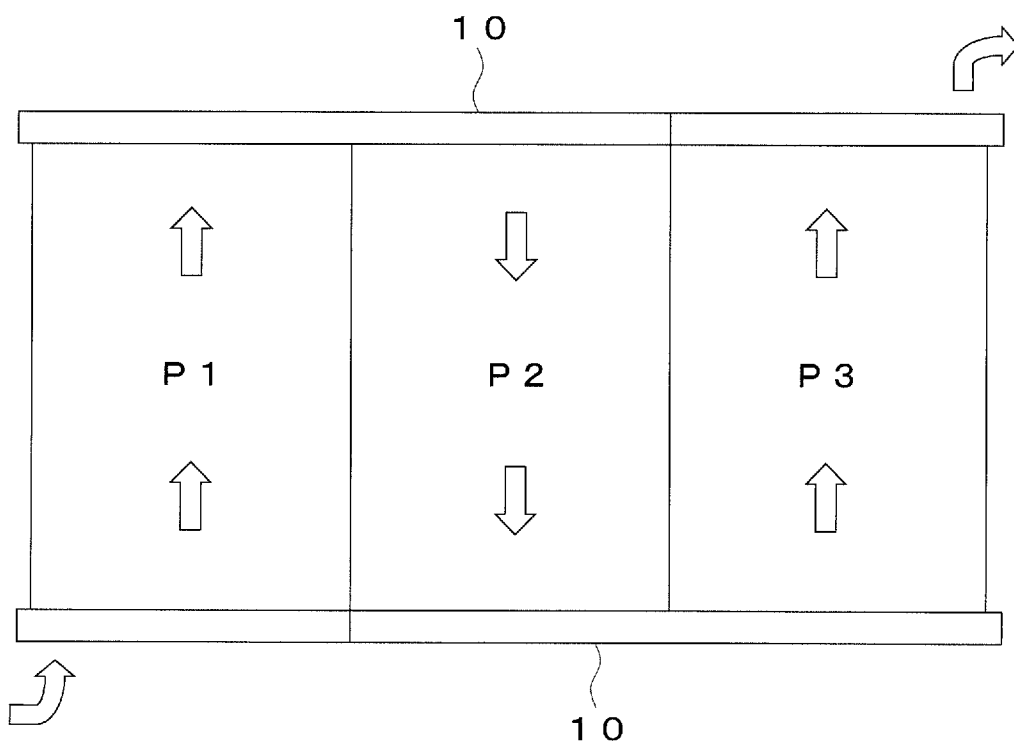
[図12]



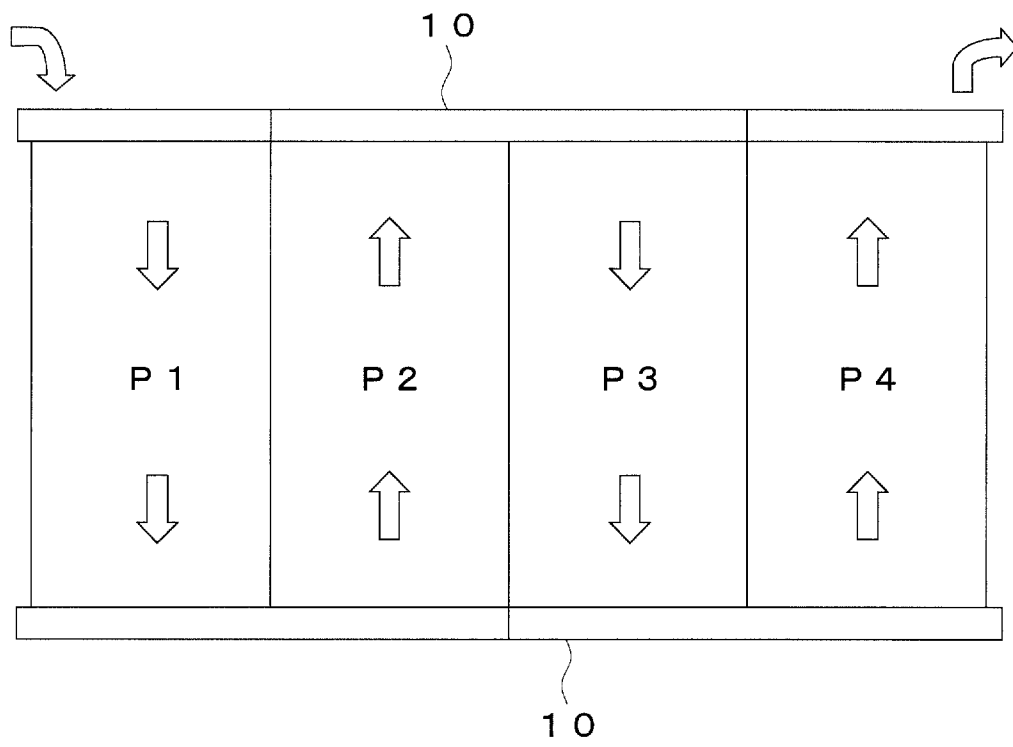
[図13]



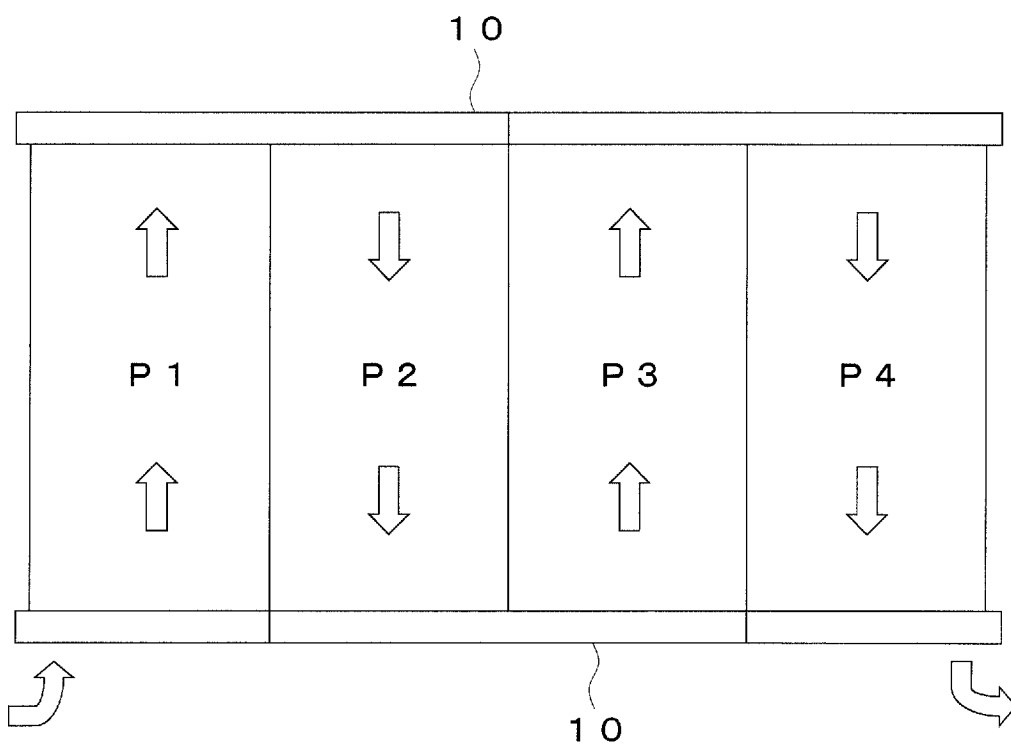
[図14]



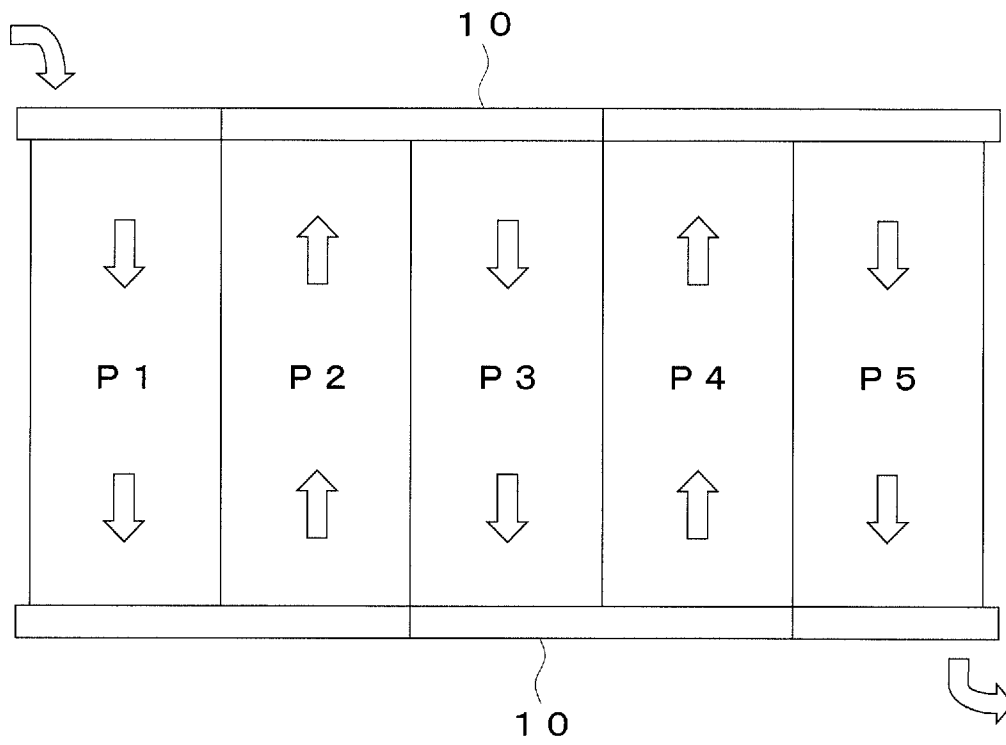
[図15]



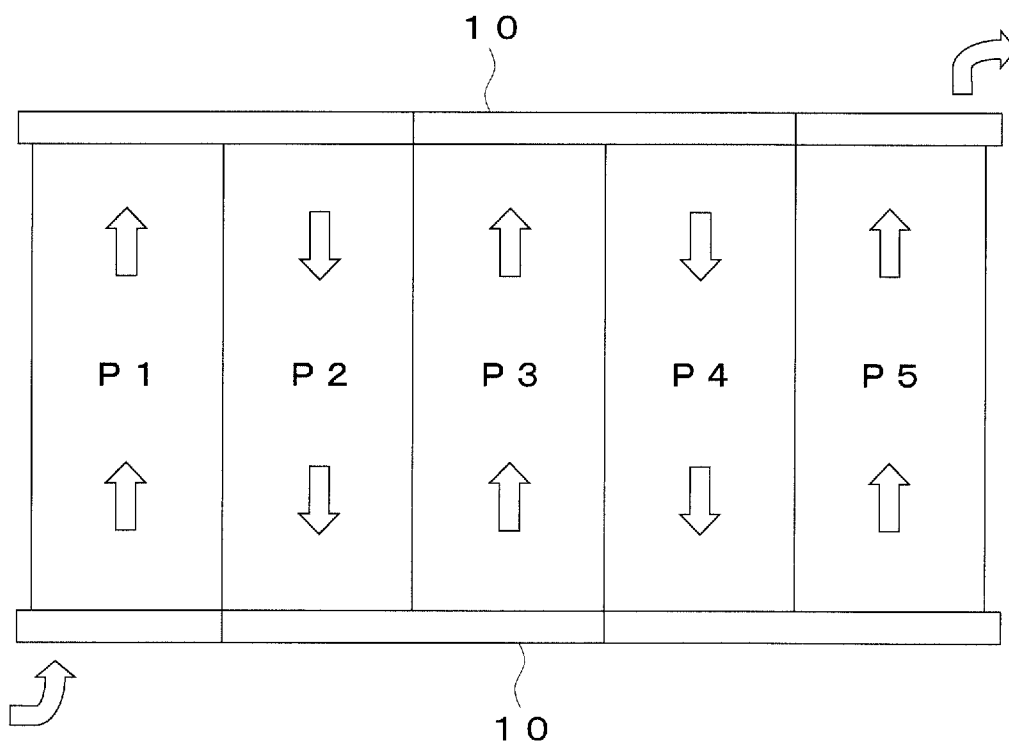
[図16]



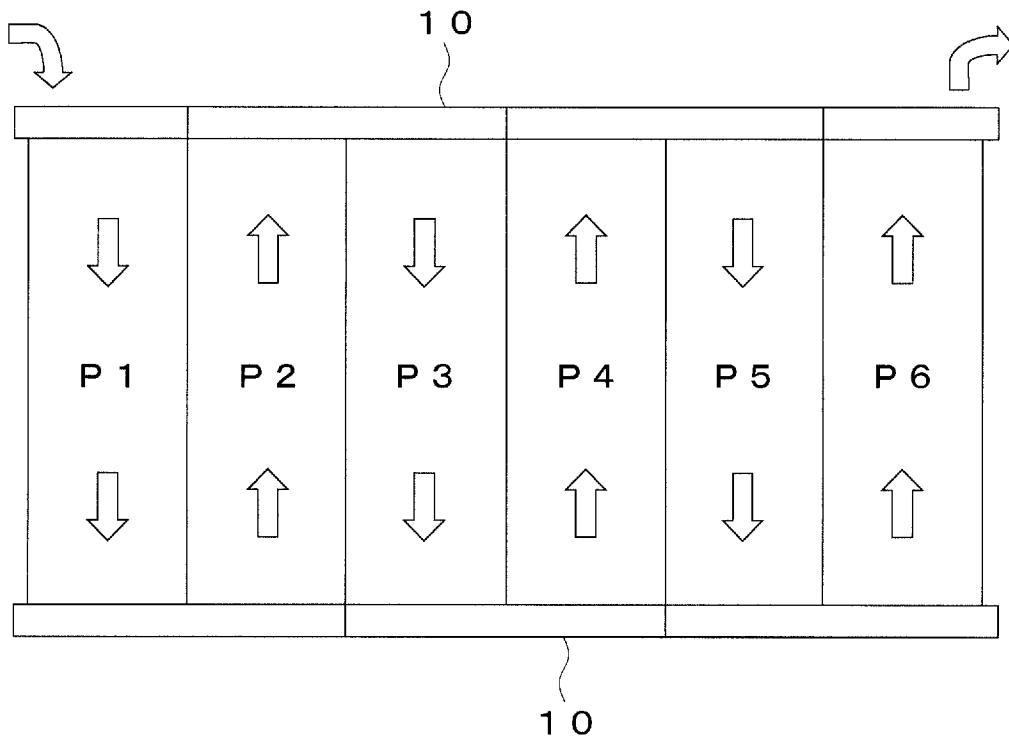
[図17]



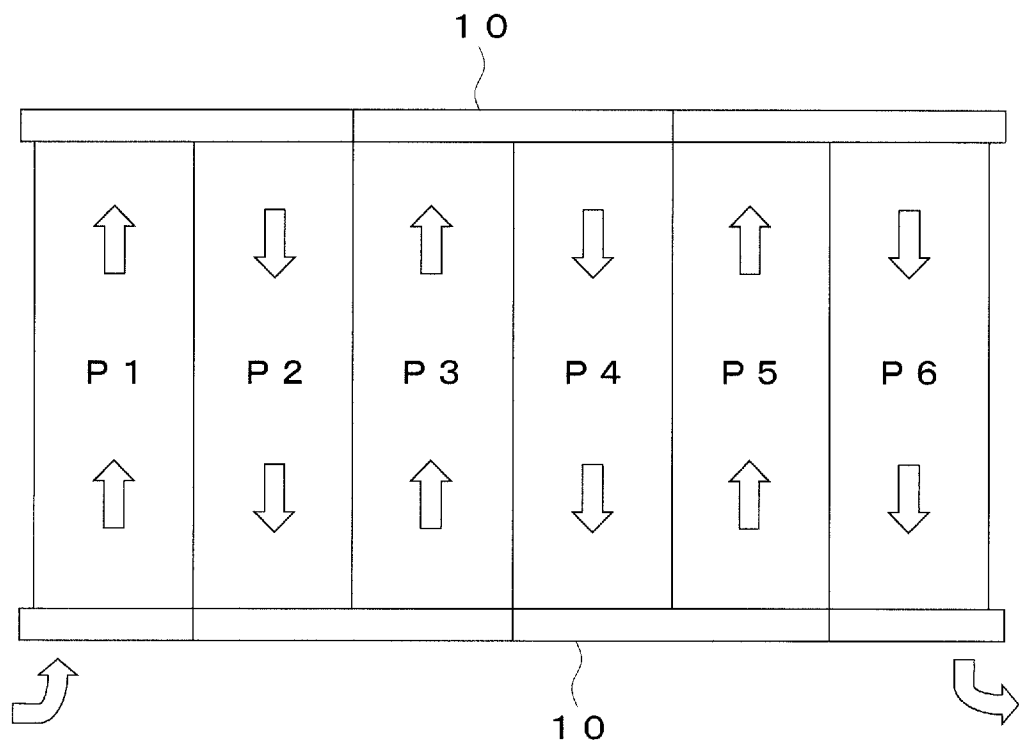
[図18]



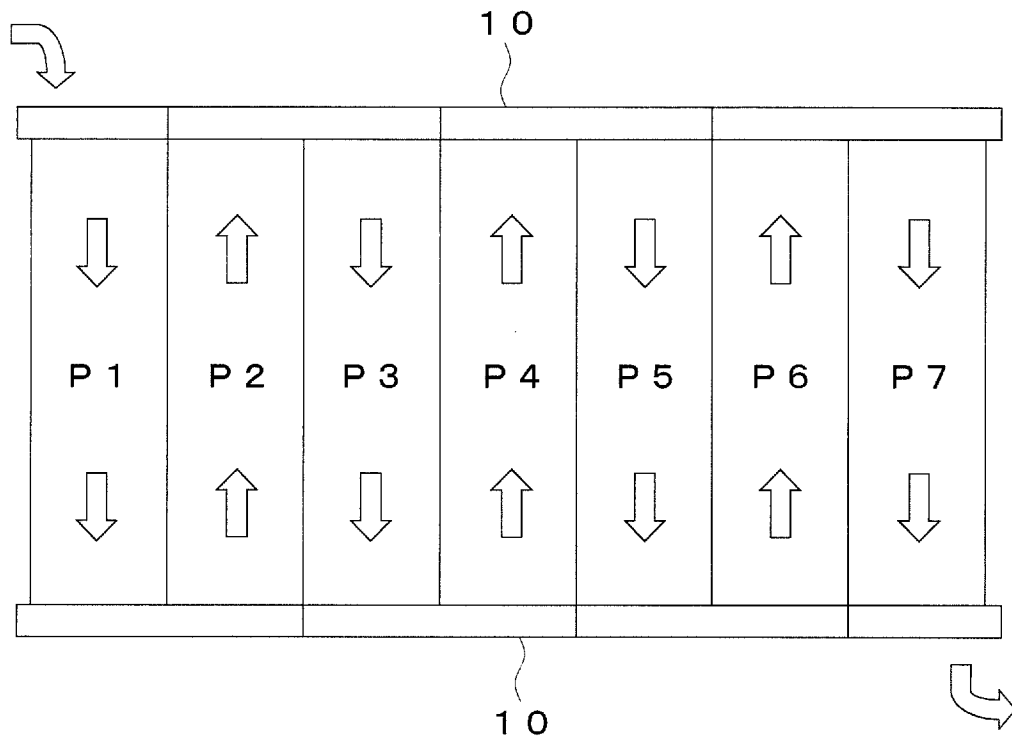
[図19]



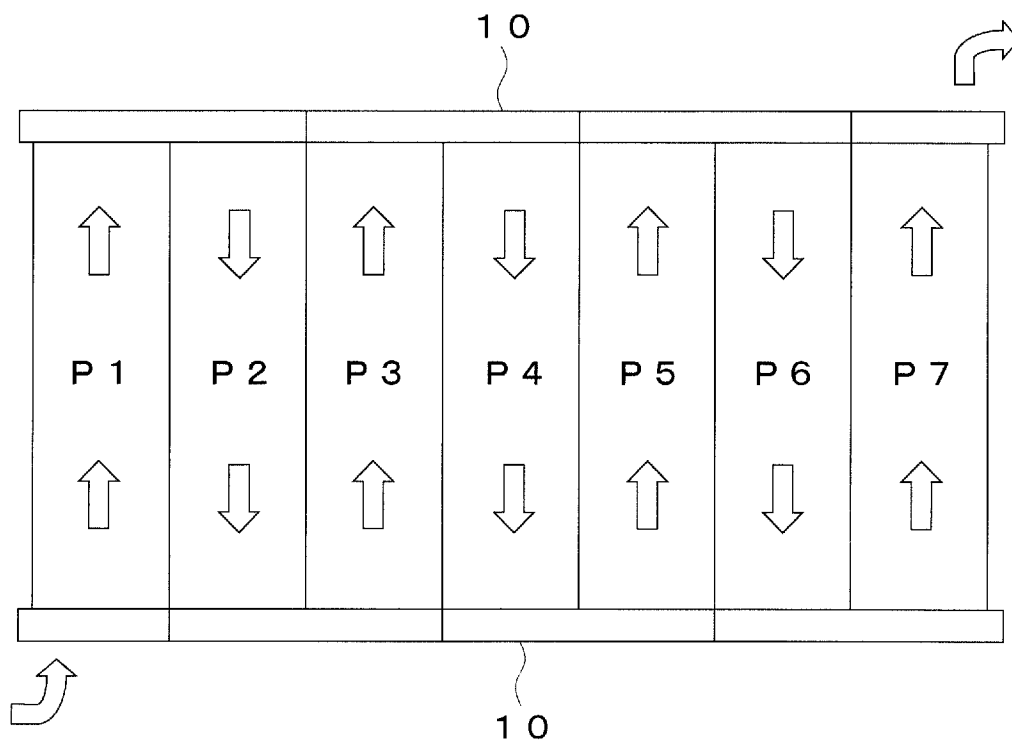
[図20]



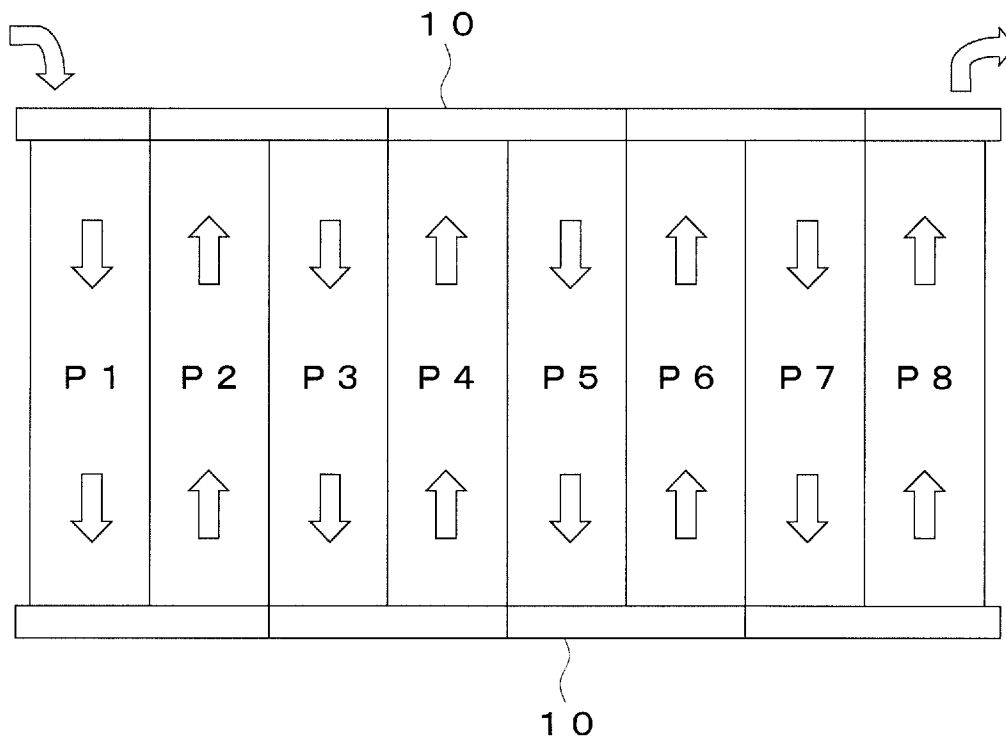
[図21]



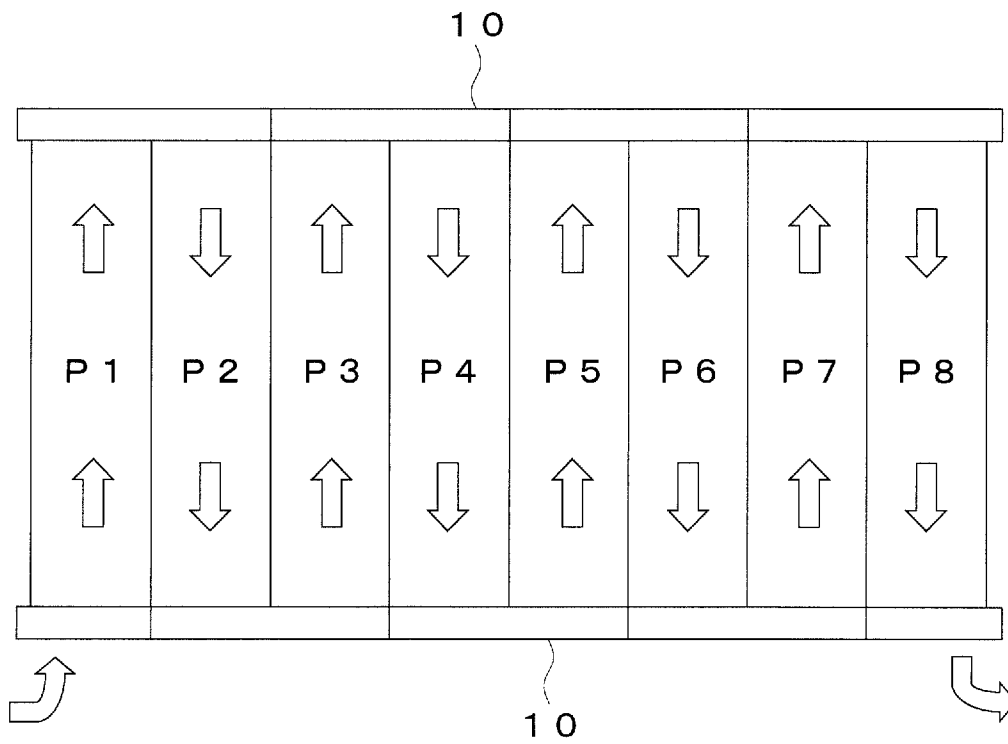
[図22]



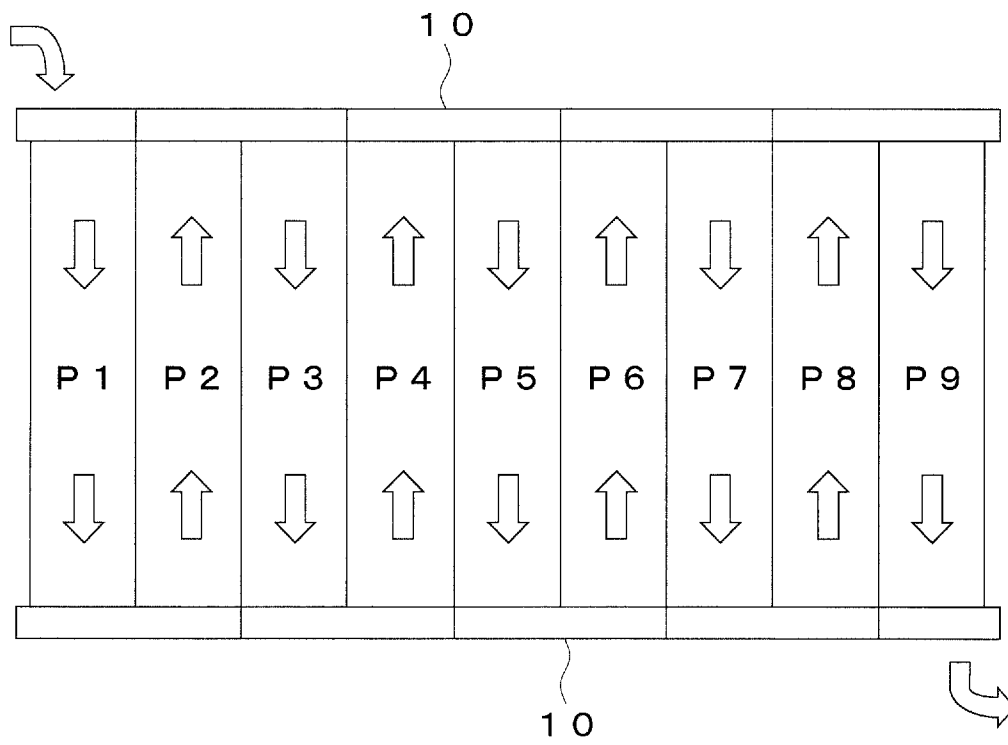
[図23]



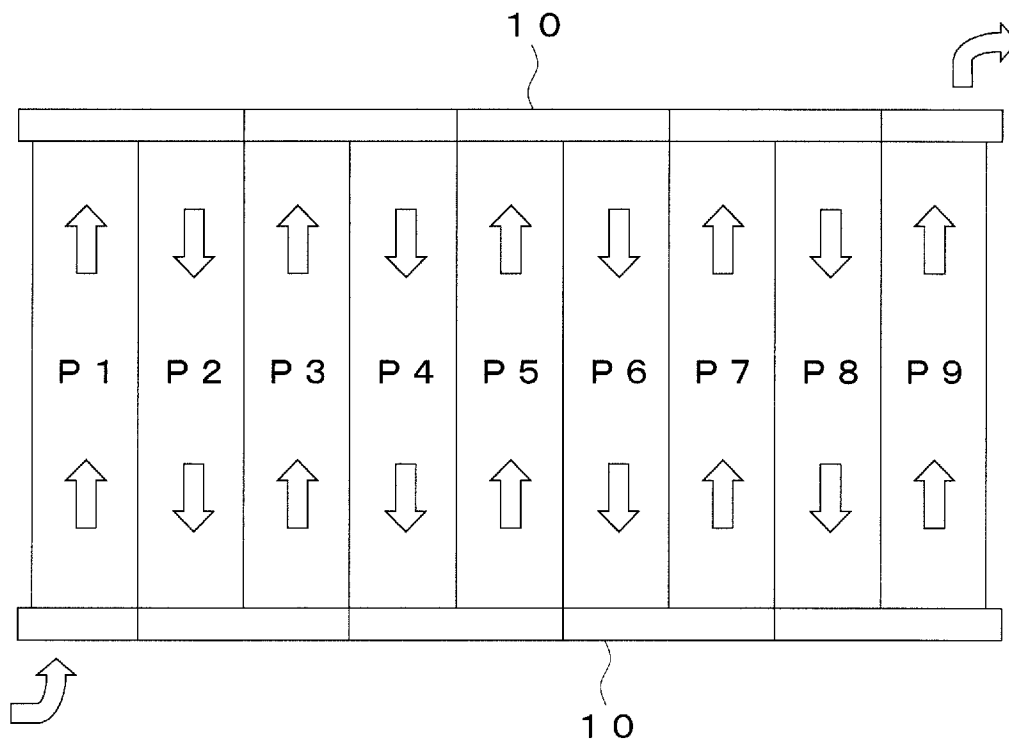
[図24]



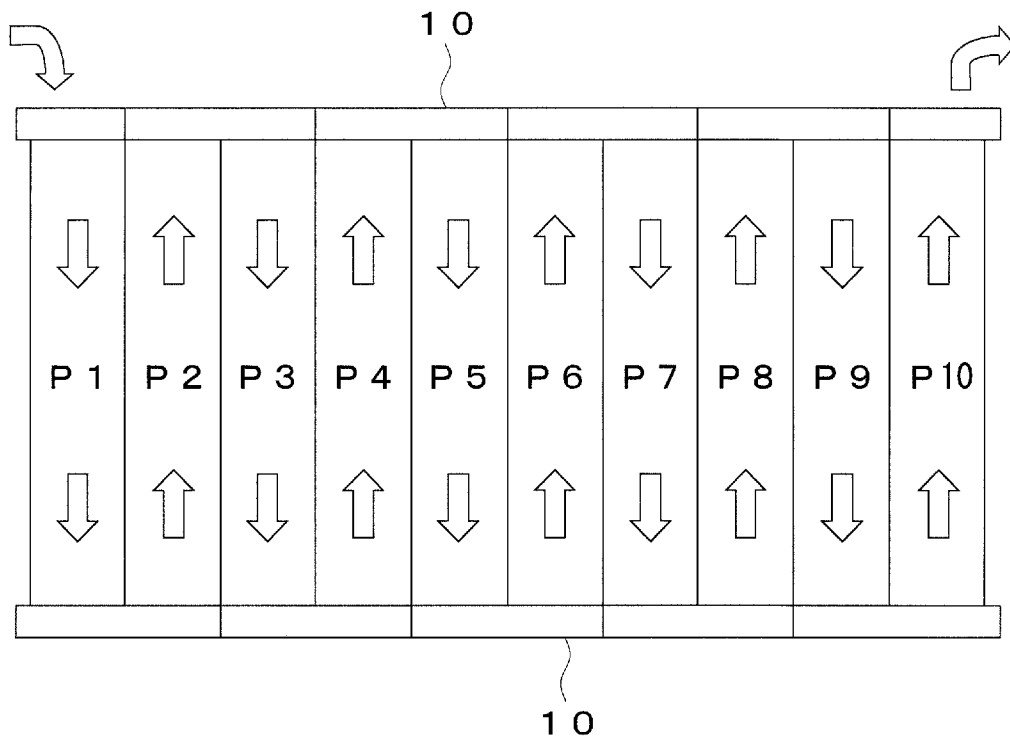
[図25]



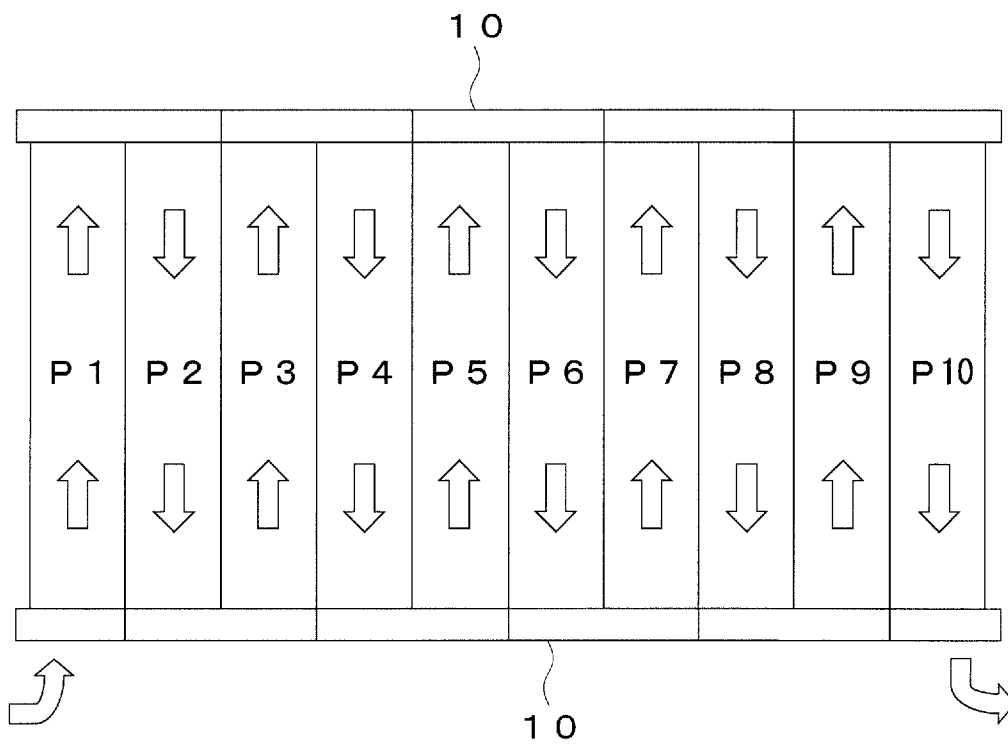
[図26]



[図27]



[図28]



[図29]

上入れ上出し	P1	P2
乾き度範囲	0.08-0.48	0.33-0.70
流量範囲 kg/h	40-180	40-180
圧力範囲 MPaG	2.5-5.0	2.5-5.0
流れ方向	下向き	上向き
形状係数最小値 $\times 10^6$	5.78	0.12
形状係数最大値 $\times 10^6$	230.67	17.17

[図30]

下入れ下出し	P1	P2
乾き度範囲	0.08-0.48	0.33-0.70
流量範囲 kg/h	40-180	40-180
圧力範囲 MPaG	2.5-5.0	2.5-5.0
流れ方向	上向き	下向き
形状係数最小値 $\times 10^6$	0.06	4.48
形状係数最大値 $\times 10^6$	5.72	149.73

[図31]

上入れ下出し	P1	P2	P3
乾き度範囲	0.08-0.46	0.28-0.65	0.48-0.82
流量範囲 kg/h	40-180	40-180	40-180
圧力範囲 MPaG	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0
流れ方向	下向き	上向き	下向き
形状係数最小値 $\times 10^6$	5.65	0.10	4.07
形状係数最大値 $\times 10^6$	230.67	12.62	129.86

[図32]

下入れ上出し	P1	P2	P3
乾き度範囲	0.08-0.46	0.28-0.65	0.48-0.82
流量範囲 kg/h	40-180	40-180	40-180
圧力範囲 MPaG	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0
流れ方向	上向き	下向き	上向き
形状係数最小値 $\times 10^6$	0.06	4.67	0.20
形状係数最大値 $\times 10^6$	5.30	156.54	47.70

[図33]

上入れ上出し	P1	P2	P3	P4
乾き度範囲	0.08-0.44	0.24-0.60	0.40-0.76	0.56-0.92
流量範囲 kg/h	40-180	40-180	40-180	40-180
圧力範囲 MPaG	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0
流れ方向	下向き	上向き	下向き	上向き
形状係数最小値 $\times 10^6$	5.78	0.09	4.26	0.27
形状係数最大値 $\times 10^6$	230.67	9.66	138.63	241.50

[図34]

下入れ下出し	P1	P2	P3	P4
乾き度範囲	0.08-0.44	0.24-0.60	0.40-0.76	0.56-0.92
流量範囲 kg/h	40-180	40-180	40-180	40-180
圧力範囲 MPaG	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0
流れ方向	上向き	下向き	上向き	下向き
形状係数最小値 $\times 10^6$	0.06	4.89	0.15	3.78
形状係数最大値 $\times 10^6$	4.93	155.36	26.83	117.35

[図35]

上入れ下出し	P1	P2	P3	P4	P5
乾き度範囲	0.08-0.42	0.21-0.55	0.34-0.68	0.47-0.81	0.60-0.94
流量範囲 kg/h	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180
圧力範囲 MPaG	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0
流れ方向	下向き	上向き	下向き	上向き	下向き
形状係数最小値 $\times 10^6$	5.96	0.08	4.57	0.19	3.75
形状係数最大値 $\times 10^6$	230.67	7.47	146.86	40.65	122.92

[図36]

下入れ上出し	P1	P2	P3	P4	P5
乾き度範囲	0.08-0.42	0.21-0.55	0.34-0.68	0.47-0.81	0.60-0.94
流量範囲 kg/h	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180
圧力範囲 MPaG	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0
流れ方向	上向き	下向き	上向き	下向き	上向き
形状係数最小値 $\times 10^6$	0.06	5.16	0.12	4.11	0.33
形状係数最大値 $\times 10^6$	4.52	170.54	14.63	130.40	365.82

[図37]

上入れ上出し	P1	P2	P3	P4	P5	P6
乾き度範囲	0.08-0.39	0.19-0.50	0.30-0.61	0.41-0.72	0.52-0.83	0.63-0.94
流量範囲 kg/h	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180
圧力範囲 MPaG	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0
流れ方向	下向き	上向き	下向き	上向き	下向き	上向き
形状係数最小値 $\times 10^6$	6.14	0.08	4.85	0.15	4.04	0.39
形状係数最大値 $\times 10^6$	230.67	6.18	154.05	19.71	125.22	429.33

[図38]

下入れ下出し	P1	P2	P3	P4	P5	P6
乾き度範囲	0.08-0.39	0.19-0.50	0.30-0.61	0.41-0.72	0.52-0.83	0.63-0.94
流量範囲 kg/h	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180
圧力範囲 MPaG	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0
流れ方向	上向き	下向き	上向き	下向き	上向き	下向き
形状係数最小値 $\times 10^6$	0.06	5.41	0.11	4.40	0.23	3.73
形状係数最大値 $\times 10^6$	4.15	175.26	10.16	137.37	53.48	117.35

[図39]

上入れ下出し	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
乾き度範囲	0.08-0.38	0.17-0.47	0.26-0.56	0.35-0.65	0.44-0.74	0.53-0.83	0.62-0.92
流量範囲 kg/h	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180
圧力範囲 MPaG	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0
流れ方向	下向き	上向き	下向き	上向き	下向き	上向き	下向き
形状係数最小値 $\times 10^6$	6.26	0.08	5.11	0.12	4.35	0.24	3.80
形状係数最大値 $\times 10^6$	230.67	5.40	160.21	12.26	133.77	50.47	122.92

[図40]

下入れ上出し	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
乾き度範囲	0.08-0.38	0.17-0.47	0.26-0.56	0.35-0.65	0.44-0.74	0.53-0.83	0.62-0.92
流量範囲 kg/h	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180
圧力範囲 MPaG	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0
流れ方向	上向き	下向き	上向き	下向き	上向き	下向き	上向き
形状係数最小値 $\times 10^6$	0.06	5.62	0.10	4.70	0.17	4.05	0.37
形状係数最大値 $\times 10^6$	3.96	180.42	7.81	145.40	22.01	124.24	213.92

[図41]

上入れ上出し	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
乾き度範囲	0.08-0.36	0.16-0.44	0.24-0.52	0.32-0.60	0.40-0.68	0.48-0.76	0.56-0.84	0.64-0.92
流量範囲 kg/h	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180
圧力範囲 MPaG	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0
流れ方向	下向き	上向き	下向き	上向き	下向き	上向き	下向き	上向き
形状係数最小値 $\times 10^6$	6.39	0.07	5.29	0.11	4.55	0.20	4.01	0.41
形状係数最大値 $\times 10^6$	230.67	4.93	178.15	9.66	138.63	26.83	122.92	241.50

[図42]

下入れ下出し	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
乾き度範囲	0.08-0.36	0.16-0.44	0.24-0.52	0.32-0.60	0.40-0.68	0.48-0.76	0.56-0.84	0.64-0.92
流量範囲 kg/h	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180
圧力範囲 MPaG	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0
流れ方向	上向き	下向き	上向き	下向き	上向き	下向き	上向き	下向き
形状係数最小値 $\times 10^6$	0.06	5.78	0.09	4.89	0.15	4.26	0.27	3.78
形状係数最大値 $\times 10^6$	3.77	183.18	6.71	149.91	15.09	129.32	60.37	114.59

[図43]

上入れ下出し	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
乾き度範囲	0.08- 0.34	0.15- 0.41	0.22- 0.48	0.30- 0.55	0.36- 0.62	0.43- 0.70	0.50- 0.76	0.58- 0.84	0.66- 0.90
流量範囲 kg/h	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180
圧力範囲 MPaG	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0
流れ方向	下向き	上向き	下向き	上向き	下向き	上向き	下向き	上向き	下向き
形状係数最小値 ×10 ⁶	6.56	0.07	5.53	0.11	4.80	0.116	4.26	0.30	3.86
形状係数最大値 ×10 ⁶	229.75	4.44	168.32	7.63	143.98	17.17	127.37	60.37	113.37

[図44]

下入れ上出し	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
乾き度範囲	0.08- 0.34	0.15- 0.41	0.22- 0.48	0.30- 0.55	0.36- 0.62	0.43- 0.70	0.50- 0.76	0.58- 0.84	0.66- 0.90
流量範囲 kg/h	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180	40-180
圧力範囲 MPaG	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0
流れ方向	上向き	下向き	上向き	下向き	上向き	下向き	上向き	下向き	上向き
形状係数最小値 $\times 10^6$	0.06	5.99	0.09	5.14	0.13	4.48	0.21	3.99	0.46
形状係数最大値 $\times 10^6$	3.55	187.09	5.72	153.13	10.70	134.94	26.83	119.37	154.56

[図45]

上入れ上出し	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
乾き度範囲	0.08- 0.32	0.15- 0.38	0.20- 0.44	0.28- 0.50	0.32- 0.56	0.38- 0.64	0.44- 0.68	0.52- 0.78	0.58- 0.88	0.64- 0.94
流量範囲 kg/h	40- 180	40- 180	40- 180	40- 180	40- 180	40- 180	40- 180	40- 180	40- 180	40- 180
圧力範囲 MPaG	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0
流れ方向	下向き	上向き	下向き	上向き	下向き	上向き	下向き	上向き	下向き	上向き
形状係数最小値 × 10 ⁶	6.71	0.07	5.78	0.10	5.08	0.14	4.55	0.23	3.86	0.41
形状係数最大値 × 10 ⁶	230.67	4.02	172.85	6.18	149.91	11.93	134.37	31.93	120.37	429.33

[図46]

下入れ下出し	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
乾き度範囲	0.08- 0.32	0.15- 0.38	0.20- 0.44	0.28- 0.50	0.32- 0.56	0.38- 0.64	0.44- 0.68	0.52- 0.78	0.58- 0.88	0.64- 0.94
流量範囲 kg/h	40- 180	40- 180	40- 180	40- 180	40- 180	40- 180	40- 180	40- 180	40- 180	40- 180
圧力範囲 MPaG	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0	2.5-5.0
流れ方向	上向き	下向き	上向き	下向き	上向き	下向き	上向き	下向き	上向き	下向き
形状係数最小値 ×10 ⁶	0.06	6.22	0.08	5.41	0.11	4.72	0.17	4.19	0.30	3.73
形状係数最大値 ×10 ⁶	3.35	187.09	4.93	155.44	7.98	141.24	15.09	125.37	107.24	114.59

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/086375

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F25B39/02(2006.01)i, F28D1/053(2006.01)i, F28F1/02(2006.01)i, F28F9/02(2006.01)i, F28F13/08(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F25B39/00-39/04, F28D1/04-1/053, F28F9/02, F28F1/02, F28F13/08

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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	JP 2008-292022 A (Denso Corp.), 04 December 2008 (04.12.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 3163477 U (Kabushiki Kaisha Tesuku Shizai Hanbai), 14 October 2010 (14.10.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2013-174398 A (Japan Climate Systems Corp.), 05 September 2013 (05.09.2013), paragraphs [0042] to [0044]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-5

☒ 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
02 February 2017 (02.02.17)

Date of mailing of the international search report
14 February 2017 (14.02.17)

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/JP2016/086375

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 2008-528943 A (Carrier Corp.), 31 July 2008 (31.07.2008), entire text; all drawings & US 2008/0092587 A1 & WO 2006/083449 A2 & EP 1844288 A2 & CA 2596573 A & KR 10-2007-0091201 A & CN 101120225 A & AU 2005326654 A & MX 2007009245 A & HK 1118331 A	1-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F25B39/02(2006.01)i, F28D1/053(2006.01)i, F28F1/02(2006.01)i, F28F9/02(2006.01)i, F28F13/08(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F25B39/00-39/04, F28D1/04-1/053, F28F9/02, F28F1/02, F28F13/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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	JP 2008-292022 A (株式会社デンソー) 2008.12.04, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 3163477 U (株式会社 テスク資材販売) 2010.10.14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2013-174398 A (株式会社日本クライメイトシステムズ) 2013.09.05, 段落【0042】-【0044】, 図1-5 (ファミリーなし)	1-5

☑ 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

02.02.2017

国際調査報告の発送日

14.02.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

西山 真二

3M

9536

電話番号 03-3581-1101 内線 3377

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-528943 A (キャリア コーポレイション) 2008.07.31, 全文, 全図 & US 2008/0092587 A1 & WO 2006/083449 A2 & EP 1844288 A2 & CA 2596573 A & KR 10-2007-0091201 A & CN 101120225 A & AU 2005326654 A & MX 2007009245 A & HK 1118331 A	1-5