

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7452672号
(P7452672)

(45)発行日 令和6年3月19日(2024.3.19)

(24)登録日 令和6年3月11日(2024.3.11)

(51)国際特許分類 F I
 F 2 8 F 1/32 (2006.01) F 2 8 F 1/32 W
 F 2 8 D 1/053(2006.01) F 2 8 D 1/053 Z

請求項の数 4 (全11頁)

(21)出願番号	特願2022-545483(P2022-545483)	(73)特許権者	000005234 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
(86)(22)出願日	令和3年6月25日(2021.6.25)	(74)代理人	110004185 インフォート弁理士法人
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/024091	(74)代理人	100121083 弁理士 青木 宏義
(87)国際公開番号	WO2022/044523	(74)代理人	100138391 弁理士 天田 昌行
(87)国際公開日	令和4年3月3日(2022.3.3)	(74)代理人	100132067 弁理士 岡田 喜雅
審査請求日	令和4年7月27日(2022.7.27)	(72)発明者	安嶋 賢哲 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
(31)優先権主張番号	特願2020-140874(P2020-140874)	(72)発明者	岩崎 正道
(32)優先日	令和2年8月24日(2020.8.24)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 フィンチューブ熱交換器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

熱交換空気の流通方向と交差する第1の方向に所定ピッチで複数の伝熱管が並べて配置されたチューブ列を備え、前記第1の方向と交差する第2の方向に複数のチューブ列が所定間隔を空けて配置されたフィンチューブ熱交換器であって、

所定のチューブ列は、前記第2の方向で隣り合う他のチューブ列に対して前記第1の方向にずれて配置されており、

前記熱交換空気の流通方向からみて、前記所定のチューブ列の伝熱管は、隣接する前記他のチューブ列の伝熱管側に偏って配置され、

前記フィンチューブ熱交換器の傾斜角度は、前記熱交換空気の流通方向からみて、前記所定のチューブ列の伝熱管が、隣接する前記他のチューブ列の伝熱管の外面に接触する角度である、フィンチューブ熱交換器。

10

【請求項2】

前記所定のチューブ列は、前記他のチューブ列に対して前記所定ピッチの半分のピッチだけ前記第1の方向にずれた基準位置に配置されており、

前記第1の方向は、前記熱交換空気の流通方向に直交する方向に対して所定角度で傾斜している、請求項1に記載のフィンチューブ熱交換器。

【請求項3】

前記所定角度は9度である、請求項2に記載のフィンチューブ熱交換器。

【請求項4】

20

前記熱交換空気の流通方向からみて、前記所定のチューブ列の伝熱管は、隣接する前記他のチューブ列の伝熱管の外面に接触するように配置されている、請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載のフィンチューブ熱交換器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、フィンチューブ熱交換器に関する。

【背景技術】

【0002】

産業用の熱交換器では、フィンチューブ熱交換器が一般的に用いられている。フィンチューブ熱交換器では、熱交換空気の流通方向と交差する方向に配列された複数本の伝熱管と、これらの伝熱管の管軸方向に配置される複数枚のフィン（伝熱板）とを有し、伝熱管内に液媒体を流し、伝熱管の外周面とフィンにガス体（熱交換空気）を当てて熱交換させる。複数枚のフィンは、伝熱面積を拡大することで、熱移動量の増大に寄与する。

10

【0003】

従来、このようなフィンチューブ熱交換器において、通風抵抗の増大を抑えつつ、熱交換効率を向上する各種の提案が行われている（例えば、特許文献 1 - 4 参照）。この種のフィンチューブ熱交換器では、複数の伝熱管が所定ピッチで並べられて 1 つのチューブ列を形成し、更にこのチューブ列が所定方向に複数並んで配置されている。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2013 - 92306 号公報

【文献】特開 2011 - 237047 号公報

【文献】特開 2008 - 57944 号公報

【文献】特開昭 61 - 285395 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、上記のようなフィンチューブ熱交換器においては、複数の伝熱管が所定ピッチで規則的に並んで配置されている。このため、伝熱管の外径とピッチによっては、伝熱管外を流れる熱交換空気の流通抵抗が大きくなり、圧力損失が高くなってしまいう問題があった。

30

【0006】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、熱交換性能を維持しながら、熱交換空気の圧力損失を低下させることができるフィンチューブ熱交換器を提供することを目的の一つとする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様のフィンチューブ熱交換器は、熱交換空気の流通方向と交差する第 1 の方向に所定ピッチで複数の伝熱管が並べて配置されたチューブ列を備え、前記第 1 の方向と交差する第 2 の方向に複数のチューブ列が所定間隔を空けて配置されたフィンチューブ熱交換器であって、所定のチューブ列は、前記第 2 の方向で隣り合う他のチューブ列に対して前記第 1 の方向にずれて配置されており、前記熱交換空気の流通方向からみて、前記所定のチューブ列の伝熱管は、隣接する前記他のチューブ列の伝熱管側に偏って配置されている。

40

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、熱交換性能を維持しながら、熱交換空気の圧力損失を低下させることができる。

50

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本実施の形態に係るフィンチューブ熱交換器の概略斜視図である。

【図2】本実施の形態に係るフィンチューブ熱交換器の部分拡大図である。

【図3】比較例に係るフィンチューブ熱交換器の断面模式図である。

【図4】第1実施形態に係るフィンチューブ熱交換器の断面模式図である。

【図5】伝熱管の位置に応じた熱交換性能比及び圧力損失比を示すグラフである。

【図6】第1変形例に係るフィンチューブ熱交換器の断面模式図である。

【図7】第2実施形態に係るフィンチューブ熱交換器の断面模式図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0010】

以下、本発明の複数の実施の形態について添付図面を参照して詳細に説明する。本発明に係るフィンチューブ熱交換器は、例えば、地熱発電設備内に設置される凝縮器等の放熱器に好適に利用される。しかしながら、本発明に係るフィンチューブ熱交換器は、これに限定されるものではなく、石油化学工場や精油工場の空冷式熱交換器や、焼却炉の空冷式復水器等の任意の熱交換器に適用することができる。

【0011】

また、以下の図において、複数の伝熱管が並ぶ第1の方向をX方向、複数のチューブ列が並ぶ第2の方向をY方向、伝熱管の軸方向（延在方向）をZ方向と定義することにする。図示されたX、Y、Zの各軸は互いに直交している。また、場合によっては、X方向を左右方向、Y方向を上下方向、Z方向を前後方向と呼ぶことがある。これらの方向（前後左右上下方向）は、説明の便宜上用いる文言であり、フィンチューブ熱交換器の取付姿勢によっては、XYZ方向のそれぞれとの対応関係が変わることがある。例えば、フィンチューブ熱交換器に対して吸入空気（熱交換空気）が吸入される側を下面側とし、その反対側である空気の吹き出し側を上面側と呼ぶことにする。また、本明細書においては、特に断りがない限り、平面視は、フィンチューブ熱交換器の上面をY方向正側からみた場合を意味し、断面視は、伝熱管の軸方向（Z方向）からみた場合の断面を意味するものとする。

20

【0012】

図1は、本実施の形態に係るフィンチューブ熱交換器の概略斜視図である。図2は、本実施の形態に係るフィンチューブ熱交換器の部分拡大図である。図2では、説明の便宜上、フィンチューブの一部を抜粋して示すと共に、一部のフィンチューブの断面を示している。

30

【0013】

本実施の形態に係るフィンチューブ熱交換器1（以下、単に熱交換器と呼ぶ）は、例えば空冷式地熱バイナリー発電の放熱器で構成される。詳細は後述するが、熱交換器1は、伝熱管20内を流れる冷媒と伝熱管20外を流れる空気との間で熱交換を実現する。

【0014】

図1及び図2に示すように、熱交換器1は、平面視矩形で上下方向（Y方向）に所定の厚みを有する扁平形状に形成されている。具体的に熱交換器1は、Z方向に延びる複数の伝熱管20をX方向及びY方向に並べて配置し、伝熱管20のZ方向の両端を一对のヘッダー部3で連結して構成される。なお、図1では、説明の便宜上、一对のヘッダー部3のうち、一端側（Z方向負側）のヘッダー部3のみ図示している。

40

【0015】

伝熱管20は、所定外径D（図4参照）の中空円筒形状（円管形状）を有しており、前後方向であるZ方向に延びている。伝熱管20の内部は、冷媒となる流体が流通可能となっている。伝熱管20内に導入される冷媒には、例えば温水を用いることが可能である。なお、冷媒には、温水に限らず、他の流体（ペンタンや代替フロン等）が用いられてもよい。詳細は後述するが、伝熱管20の表面温度は、内部を流通する冷媒の温度に応じて変化する。

【0016】

50

伝熱管 20 の外周面には、複数枚のフィン 21 (伝熱板) が設けられている。フィン 21 は、伝熱管 20 の軸方向 (Z 方向) からみて、概して円環形状を有し、Z 方向に厚みを有する板状体で形成される。フィン 21 は、例えば伝熱管 20 の外径の一部又は全部を拡張する拡管加工により伝熱管 20 の外周面に接合されてもよい。また、伝熱管 20 の外周面には、複数枚のフィン 21 が、Z 方向に所定間隔を空けて配置されている。複数のフィン 21 は、同一の形状を有している。なお、伝熱管 20 と複数枚のフィン 21 とを合わせてフィンチューブ 2 と呼んでもよい。

【0017】

このように構成された伝熱管 20 (フィンチューブ 2) は、X 方向 (第 1 の方向) に所定ピッチ P1 で複数本並べられることにより、1 つのチューブ列 22 (図 4 参照) が形成される。より具体的には、1 つのチューブ列 22 を構成する複数の伝熱管 20 は、熱交換空気の流通方向 (上下方向) と交差する方向 (X 方向) に並べて配置されている。また、熱交換器 1 では、複数のチューブ列 22 が Y 方向 (第 2 の方向) に所定間隔 P2 を空けて並んで配置されている。なお、これら複数のチューブ列 22 及び複数の伝熱管 20 のレイアウトについては後述する。また、複数のチューブ列 22 をまとめてチューブバンドルと呼んでもよい。なお、複数の伝熱管 20 の所定外径 D は、全て同じ大きさであることが好ましい。

【0018】

上記したように、伝熱管 20 の軸端には、一对のヘッダー部 3 が連結されている。ヘッダー部 3 は、チューブバンドルの X 方向及び Y 方向の幅に対応した直方体形状を有し、内部が中空のタンクで構成される。ヘッダー部 3 の側面には、複数の伝熱管 20 の軸端部が貫通している。伝熱管 20 の内部空間は、ヘッダー部 3 の内部空間に連通している。また、ヘッダー部 3 の上面及び下面には、冷媒の出入口 30 が設けられている。すなわち、ヘッダー部 3 の内部空間及び伝熱管 20 の内部空間は、冷媒の流通経路を構成する。

【0019】

このように構成された熱交換器 1 の上面側には、例えば送風機 (不図示) が対向配置されている。送風機は、熱交換器 1 の下方から空気 (熱交換空気) を吸い上げ、上方の外部空間に送り出す。すなわち、熱交換空気は、熱交換器 1 の上下方向に流通する。吸い上げられた熱交換空気は、熱交換器 1 で熱交換されることで暖められた後、外部に放出される。すなわち、熱交換空気の流通方向に対して、熱交換器 1 の下面側は上流側であり、熱交換器 1 の上面側は下流側である。

【0020】

すなわち、熱交換空気の流通方向は、Y 方向負側から Y 方向正側に向かっている。第 1 の方向である X 方向は、熱交換空気の流通方向と交差している。また、第 2 の方向である Y 方向は、第 1 の方向と直交しており、熱交換空気の流通方向と一致している。

【0021】

ここで、比較例を参照して、第 1 実施形態に係るフィンチューブ熱交換器について説明する。図 3 は、比較例に係るフィンチューブ熱交換器の断面模式図である。図 4 は、第 1 実施形態に係るフィンチューブ熱交換器の断面模式図である。なお、図 3 の比較例に係る熱交換器の構成は、フィンチューブのレイアウトが異なるだけであるため、既出の構成と同一の符号で示している。

【0022】

従来の熱交換器 1 では、図 3 の比較例に示すように、所定のチューブ列 22 が Y 方向で隣り合う他のチューブ列 22 に対して X 方向にずれて配置されている。より具体的に所定のチューブ列 22 は、他のチューブ列 22 に対して所定ピッチ P1 の半分のピッチ P1/2 だけ X 方向にずれた位置 (以下、基準位置と呼ぶ) に配置されている。このようなチューブ列 22 の配置は、千鳥配置と呼ばれてもよい。千鳥配置では、複数のチューブ列 22 が半ピッチ P1/2 ずれて互い違いに配置されている。また、図 3 では、例えば、所定のチューブ列 22 の伝熱管 20 の外面と、隣接する他のチューブ列 22 の伝熱管 20 の外面は、熱交換空気の流通方向からみて距離 X1 だけ離れている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

図 3 に示すように千鳥配置の場合、熱交換器 1 の下面側から流入する熱交換空気が伝熱管 2 0 の中心に向かってダイレクトに衝突する。このため、圧力損失が高くなってしまいうという問題があった。また、上流側に比べて下流側の伝熱管 2 0 において熱交換が十分に行われず、熱交換性能が低下してしまうおそれもある。

【 0 0 2 4 】

特に上記したような空冷式地熱バイナリー発電の放熱器に用いられる送風機は、システムの発電電力を用いて駆動されている。このため、圧力損失が高いと送風機の消費電力が増大する結果、送電電力が低下することになる。したがって、圧力損失を低減して送電電力の増大が求められている。

10

【 0 0 2 5 】

そこで、本件発明者等は、熱交換器 1 の構成部品である伝熱管 2 0 の配置に着目し、本発明に想到した。具体的に本実施の形態では、図 4 に示すように、X 方向に所定ピッチ P 1 で複数の伝熱管 2 0 が並べて配置されることにより、チューブ列 2 2 が形成される。また、複数のチューブ列 2 2 が、Y 方向に所定間隔 P 2 を空けて並んで配置されている。

【 0 0 2 6 】

複数のチューブ列 2 2 のうち、所定のチューブ列 2 2 は、Y 方向で隣り合う他のチューブ列 2 2 に対して X 方向にずれて配置されている。特に、所定のチューブ列 2 2 の伝熱管 2 0 は、熱交換空気の流通方向からみて、隣接する他のチューブ列 2 2 の伝熱管 2 0 側に偏って配置されている。

20

【 0 0 2 7 】

より具体的には、所定のチューブ列 2 2 は、他のチューブ列 2 2 に対して所定ピッチ P 1 の半分のピッチ $P 1 / 2$ だけ X 方向にずれた基準位置よりも X 方向の一方側（例えば正側）に距離 X 2 だけ偏って配置されている。すなわち、所定のチューブ列 2 2 は、他のチューブ列 2 2 に対して、距離 $(P 1 / 2 \pm X 2)$ だけずれた箇所に配置されている。

【 0 0 2 8 】

この構成によれば、千鳥配置よりもわずかに所定のチューブ列 2 2 がずれて配置されることにより、熱交換器 1 の下面側から流入する熱交換空気が伝熱管 2 0 の中心に向かってダイレクトに衝突することがなくなり、圧力損失を低減することが可能である。また、千鳥配置からわずかに所定のチューブ列 2 2 がずれたとしても、上流側（Y 方向負側）のチューブ列 2 2 を流れた熱交換空気は、コアンダ効果により、下流側のチューブ列 2 2 において所定の伝熱管 2 0 の外周面に引き寄せられるように流れる。したがって、下流側のチューブ列 2 2 においては、熱交換空気が偏流することなく、X 方向で左右 2 つに分流して流れることが可能である。これらにより、熱交換性能を維持しながら、熱交換空気の圧力損失を低下させることが可能である。

30

【 0 0 2 9 】

また、本実施の形態においては、図 4 に示すように、熱交換空気の流通方向からみて、所定のチューブ列 2 2 の伝熱管 2 0 は、隣接する他のチューブ列 2 2 の伝熱管 2 0 の外面に接触するように配置されていることが好ましい。すなわち、図 3 に示す所定のチューブ列 2 2 の伝熱管 2 0 の外面と、隣接する他のチューブ列 2 2 の伝熱管 2 0 の外面との距離 X 1 がゼロであることが好ましい。

40

【 0 0 3 0 】

この構成によれば、上記したように、上流側のチューブ列 2 2 を流れた熱交換空気が、コアンダ効果により、下流側のチューブ列 2 2 において、片方に偏流することなく、左右両方に空気が流れる。この結果、熱交換性能については、従来の千鳥配置と同等性能を維持することが可能である。また、下流側のチューブ列 2 2 を流れる熱交換空気の流路面積が増大するため、圧力損失の低減も実現することが可能となる。

【 0 0 3 1 】

なお、本実施の形態において、千鳥配置に対する所定のチューブ列 2 2 のずれ量は、所定の範囲内にあることが好ましい。具体的には、熱交換空気の流通方向からみて、所定の

50

チューブ列 2 2 の伝熱管 2 0 と隣接する他のチューブ列 2 2 の伝熱管 2 0 との中心間距離を S とし、伝熱管 2 0 の外径を D とすると、 $0.95 \leq S/D \leq 1.38$ の関係を満たすことが好ましい。

【0032】

ここで、伝熱管 2 0 の位置と熱交換性能等との関係について説明する。図 5 は、伝熱管 2 0 の位置に応じた熱交換性能比及び圧力損失比を示すグラフである。図 5 において、横軸は上記した中心間距離 S と伝熱管の外径 D との比 S/D を示しており、縦軸は熱交換性能比又は圧力損失比を示している。また、図 5 のグラフにおいて、実線は熱交換性能比を表し、破線は圧力損失比を表している。

【0033】

図 5 に示すように、 S/D が 1.38 より大きい領域は、図 3 に示す千鳥配置が例に挙げられる。千鳥配置における熱交換性能比、及び圧力損失比を基準の「1」として説明する。千鳥配置から所定のチューブ列 2 2 のずれ量を大きくしていく、すなわち、所定のチューブ列 2 2 の伝熱管 2 0 と隣接する他のチューブ列 2 2 の伝熱管 2 0 とを近づける（中心間距離 S を小さくする）と、 S/D は徐々に小さくなっていく。

【0034】

S/D が 1.38 以下では、 S/D が小さくなるにしたがって圧力損失比は、徐々に小さくなっていく。また、 $0.95 \leq S/D \leq 1.38$ の範囲では、熱交換性能比はほぼ「1」で一定である。 S/D が 0.95 を下回ると、熱交換性能比は、徐々に小さくなっていく。すなわち、 $0.95 \leq S/D \leq 1.38$ の範囲においては、熱交換性能比を従来の千鳥配置と同等に維持しつつも、圧力損失比を低減することが可能である。

【0035】

なお、図 4 に示すように、熱交換空気の流通方向からみて、所定のチューブ列 2 2 の伝熱管 2 0 が、隣接する他のチューブ列 2 2 の伝熱管 2 0 の外面に接触するように配置されている場合（ $X1 = 0$ の場合）、 $S/D = 1$ となり、最も本発明による効果が得られる態様となる。

【0036】

また、図 4 に示す態様に限らず、上記した S/D の範囲内であれば、チューブ列 2 2 の位置関係は、適宜変更が可能である。例えば、図 6 に示すレイアウトも可能である。図 6 は、第 1 変形例に係るフィンチューブ熱交換器の断面模式図である。

【0037】

図 6 に示すように、第 1 変形例では、熱交換空気の流通方向からみて、所定のチューブ列 2 2 の伝熱管 2 0 は、隣接する他のチューブ列 2 2 の伝熱管 2 0 に少なくとも一部が距離 $X3$ だけ重なるように配置されている。この場合、距離 $X3$ は、上記した S/D の範囲内（より具体的には $0.95 \leq S/D < 1$ ）に収まるように設定されることが好ましい。このような構成であっても、熱交換性能比を従来の千鳥配置と同等に維持しながら、圧力損失比を低減することが可能である。

【0038】

以上説明したように、第 1 実施形態によれば、所定のチューブ列 2 2 を、他のチューブ列 2 2 に対して所定ピッチ $P1$ の半分のピッチ $P1/2$ だけ X 方向にずれた基準位置よりも X 方向の一方側に偏って配置することで、熱交換性能を維持しながら、熱交換空気の圧力損失を低下させることが可能である。

【0039】

次に、図 7 を参照して、第 2 実施形態について説明する。図 7 は、第 2 実施形態に係るフィンチューブ熱交換器の断面模式図である。上記した第 1 実施形態では、千鳥配置に対して所定のチューブ列 2 2 をずらす構成とした。図 7 に示す第 2 実施形態では、複数のチューブ列 2 2 は千鳥配置である一方、熱交換器 1 全体を所定角度傾斜した点で第 1 実施形態と相違する。このため、既出の構成は同一の符号を付して説明は適宜省略する。

【0040】

図 7 に示すように、所定のチューブ列 2 2 は、他のチューブ列 2 2 に対して所定ピッチ

10

20

30

40

50

P 1の半分のピッチ $P 1 / 2$ だけ第 1の方向にずれた基準位置に配置されている。また、第 1の方向は、熱交換空気の流通方向（Y方向）に直交する方向（X方向）に対して所定角度で傾斜している。この場合においても、熱交換空気の流通方向からみて、所定のチューブ列 2 2の伝熱管 2 0は、隣接する他のチューブ列 2 2の伝熱管 2 0側に偏って配置されている。

【 0 0 4 1 】

また、熱交換器 1の傾斜角度は、例えば9度であることが好ましい。この角度にすれば、図 7に示すように、熱交換空気の流通方向からみて、所定のチューブ列 2 2の伝熱管 2 0は、隣接する他のチューブ列 2 2の伝熱管 2 0の外面に接触するように配置される。これにより、第 2実施形態においても、熱交換性能比を従来と同等に維持しつつ、圧力損失比を低減することが可能である。なお、熱交換器 1の傾斜角度は、これに限らず、適宜変更が可能である。また、熱交換器 1全体を斜めに傾斜させたことで、伝熱管 2 0（フィンチューブ 2）の配置数を増やすことができ、熱交換性能を向上することが可能である。更には、熱交換器 1を傾斜させるだけでよいため、既存の構成を有効活用することができ、設計工数を低減することが可能である。

10

【 0 0 4 2 】

また、上記した実施の形態において、伝熱管 2 0の形状、配置数、レイアウト等は、これに限らず、適宜変更が可能である。チューブ列 2 2の数や、ずらし量も同様に適宜変更が可能である。

【 0 0 4 3 】

また、本実施の形態及び変形例を説明したが、他の実施の形態として、上記実施の形態及び変形例を全体的又は部分的に組み合わせたものでもよい。

20

【 0 0 4 4 】

また、本実施の形態は上記の実施の形態及び変形例に限定されるものではなく、技術的思想の趣旨を逸脱しない範囲において様々に変更、置換、変形されてもよい。さらに、技術の進歩又は派生する別技術によって、技術的思想を別の仕方で実現することができれば、その方法を用いて実施されてもよい。したがって、特許請求の範囲は、技術的思想の範囲内に含まれ得る全ての実施態様をカバーしている。

【 0 0 4 5 】

下記に、上記の実施の形態における特徴点を整理する。

30

上記実施の形態に係るフィンチューブ熱交換器は、熱交換空気の流通方向と交差する第 1の方向に所定ピッチで複数の伝熱管が並べて配置されたチューブ列を備え、前記第 1の方向と交差する第 2の方向に複数のチューブ列が所定間隔を空けて配置されたフィンチューブ熱交換器であって、所定のチューブ列は、前記第 2の方向で隣り合う他のチューブ列に対して前記第 1の方向にずれて配置されており、前記熱交換空気の流通方向からみて、前記所定のチューブ列の伝熱管は、隣接する前記他のチューブ列の伝熱管側に偏って配置されている。

【 0 0 4 6 】

上記実施の形態に係るフィンチューブ熱交換器において、前記所定のチューブ列は、前記他のチューブ列に対して前記所定ピッチの半分のピッチだけ前記第 1の方向にずれた基準位置よりも前記第 1の方向の一方側に偏って配置されている。

40

【 0 0 4 7 】

上記実施の形態に係るフィンチューブ熱交換器において、前記所定のチューブ列は、前記他のチューブ列に対して前記所定ピッチの半分のピッチだけ前記第 1の方向にずれた基準位置に配置されており、前記第 1の方向は、前記熱交換空気の流通方向に直交する方向に対して所定角度で傾斜している。

【 0 0 4 8 】

上記実施の形態に係るフィンチューブ熱交換器において、前記所定角度は9度である。

【 0 0 4 9 】

上記実施の形態に係るフィンチューブ熱交換器において、前記熱交換空気の流通方向が

50

らみて、前記所定のチューブ列の伝熱管は、隣接する前記他のチューブ列の伝熱管の外面に接触するように配置されている。

【0050】

上記実施の形態に係るフィンチューブ熱交換器において、前記熱交換空気の流通方向からみて、前記所定のチューブ列の伝熱管は、隣接する前記他のチューブ列の伝熱管に少なくとも一部が重なるように配置されている。

【0051】

上記実施の形態に係るフィンチューブ熱交換器において、前記所定のチューブ列の伝熱管と隣接する前記他のチューブ列の伝熱管との中心間距離を S とし、前記伝熱管の外径を D とすると、 $0.95 \leq S/D \leq 1.38$ の関係を満たす。

10

【産業上の利用可能性】

【0052】

以上説明したように、本発明は、熱交換性能を維持しながら、熱交換空気の圧力損失を低下させることができるという効果を有し、特に、地熱バイナリー発電に放熱器として用いられるフィンチューブ熱交換器に有用である。

【0053】

本出願は、2020年8月24日出願の特願2020-140874に基づく。この内容は、すべてここに含めておく。

20

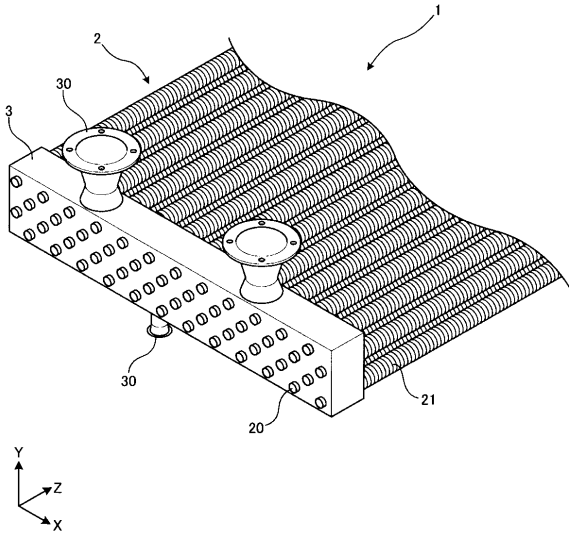
30

40

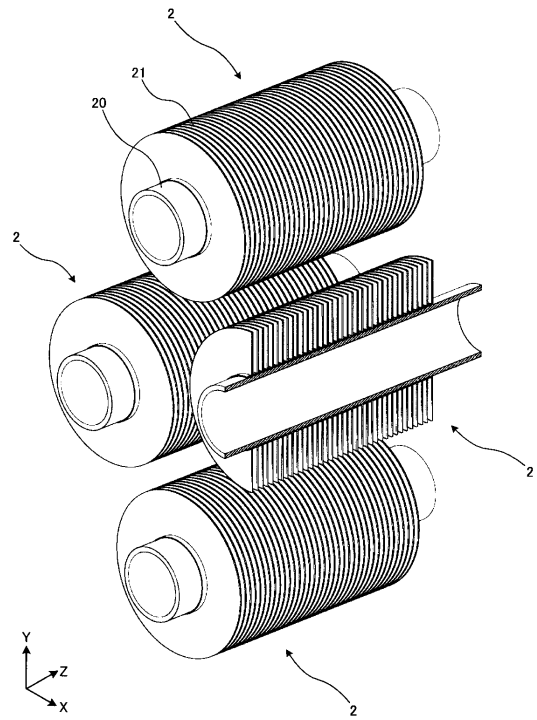
50

【図面】

【図 1】



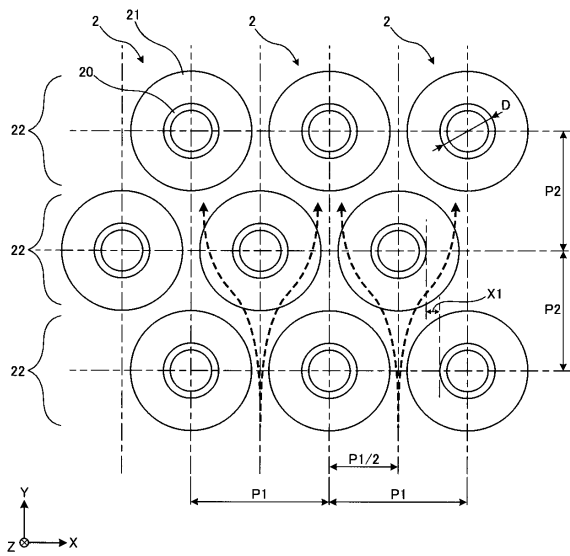
【図 2】



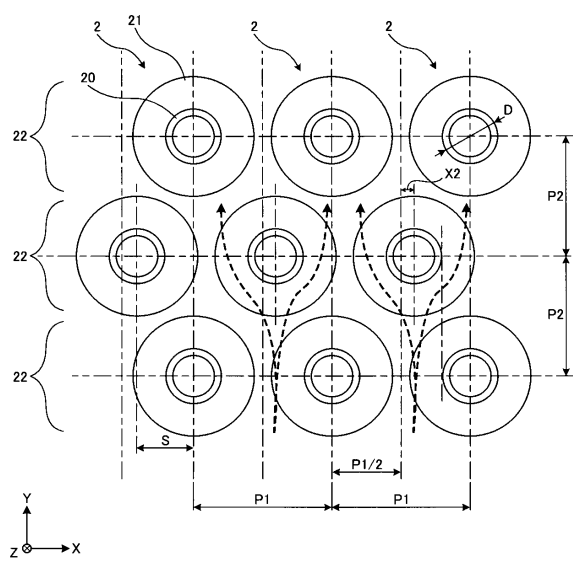
10

20

【図 3】



【図 4】

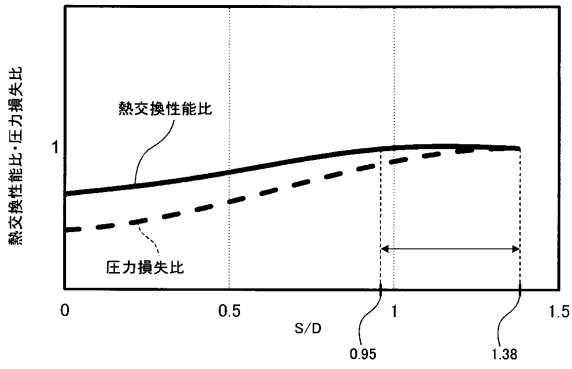


30

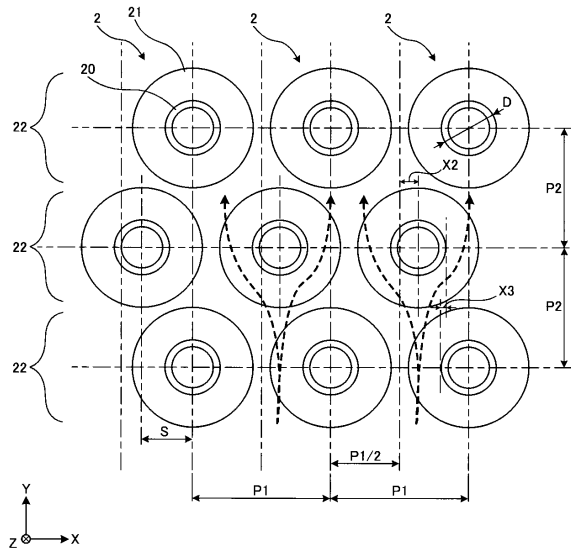
40

50

【 図 5 】



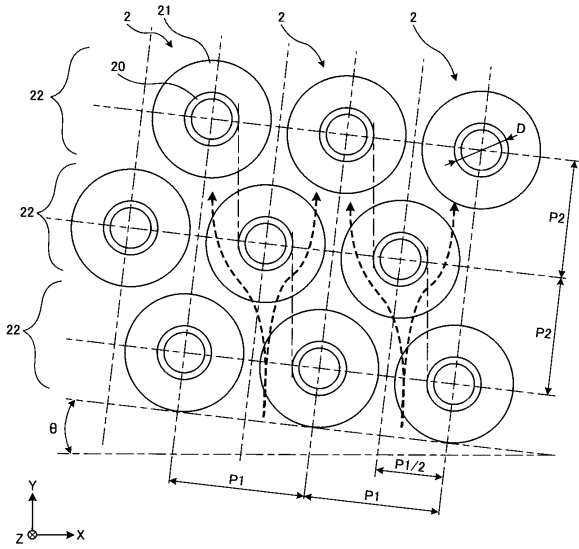
【 図 6 】



10

20

【 図 7 】



30

40

50

フロントページの続き

- 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内
(72)発明者 中村 淳
- 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内
(72)発明者 横山 康弘
- 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内
審査官 磯部 賢
- (56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 2 7 4 9 8 2 (J P , A)
特開平 1 0 - 3 3 2 2 9 0 (J P , A)
実開昭 5 9 - 1 0 3 0 7 1 (J P , U)
特表 2 0 1 2 - 5 3 1 5 7 4 (J P , A)
特開平 0 5 - 2 0 3 1 7 3 (J P , A)
特開昭 5 7 - 0 5 8 0 8 1 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
F 2 8 F 1 / 0 0 - 9 9 / 0 0
F 2 8 D 1 / 0 0 - 1 3 / 0 0
F 2 5 B 3 9 / 0 0 - 3 9 / 0 4
F 2 4 F 1 / 0 0 - 1 / 6 8