

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6639959号
(P6639959)

(45) 発行日 令和2年2月5日(2020.2.5)

(24) 登録日 令和2年1月7日(2020.1.7)

(51) Int. Cl.	F 1
F 2 5 B 43/00 (2006.01)	F 2 5 B 43/00 K
F 2 8 F 3/08 (2006.01)	F 2 8 F 3/08 3 0 1 Z
F 2 8 D 9/00 (2006.01)	F 2 8 D 9/00
F 2 8 F 9/26 (2006.01)	F 2 8 F 9/26
F 2 5 B 39/02 (2006.01)	F 2 5 B 39/02 M
請求項の数 6 (全 18 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2016-41151 (P2016-41151)	(73) 特許権者	516299338
(22) 出願日	平成28年3月3日(2016.3.3)		三菱重工サーマルシステムズ株式会社
(65) 公開番号	特開2017-156040 (P2017-156040A)		東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
(43) 公開日	平成29年9月7日(2017.9.7)	(74) 代理人	100149548
審査請求日	平成30年11月2日(2018.11.2)		弁理士 松沼 泰史
		(74) 代理人	100162868
			弁理士 伊藤 英輔
		(74) 代理人	100161702
			弁理士 橋本 宏之
		(74) 代理人	100189348
			弁理士 古部 智
		(74) 代理人	100196689
			弁理士 鎌田 康一郎
		(74) 代理人	100210572
			弁理士 長谷川 太一
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 熱交換システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに間隔をあけて積層配置された複数のプレート₁を有し、前記複数のプレート₁によって、冷媒が流通する冷媒流路と冷水が流通する冷水流路とが交互に形成された複数のプレート式熱交換器と、

前記複数のプレート式熱交換器に、前記冷水を並列的に流通させる冷水供給路と、

前記複数のプレート式熱交換器に、前記冷媒を直列的に順次流通させる冷媒供給路と、

前記冷媒供給路における一対の前記プレート式熱交換器の間の箇所に設けられて、上流側の前記プレート式熱交換器から排出された冷媒から気相分を分離させる気液分離部と、を備え、

前記複数のプレート式熱交換器内における前記冷媒のクオリティをとしたときに、前記各プレート式熱交換器のプレートの数が、前記冷媒の下流側に配置された前記プレート式熱交換器になるにしたがって、公比(1 -)の等比で少なくなる熱交換システム。

【請求項 2】

前記複数のプレート式熱交換器の各プレート式熱交換器のプレートの長さは同じである請求項 1 に記載の熱交換システム。

【請求項 3】

前記間隔は、前記各プレート式熱交換器において互いに等しい

請求項 1 又は 2 に記載の熱交換システム。

【請求項 4】

前記間隔は、前記複数のプレート式熱交換器にわたって互いに等しい
請求項 3 に記載の熱交換システム。

【請求項 5】

前記複数のプレート式熱交換器において、前記冷媒が流通する前記冷媒流路と前記冷水が流通する前記冷水流路とが対向配置された

請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の熱交換システム。

【請求項 6】

前記複数のプレート式熱交換器において、前記冷媒が流通する前記冷媒流路と前記冷水が流通する前記冷水流路とが交差配置された

請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の熱交換システム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱交換システムに関する。

【背景技術】

【0002】

冷凍機等の冷却装置用の蒸発器の一つにプレート式熱交換器がある。プレート式熱交換器は熱交換器の体積当たりの流路断面積が大きいので、熱伝達率が高く、熱交換器自体のサイズ低減を図ることができる。

【0003】

20

このようなプレート式熱交換器として、以下の特許文献 1 に記載のプレート式熱交換器が知られている。このプレート式熱交換器は、プレート式熱交換器の内部に導入された冷水と冷媒との熱交換を行う。導入された冷媒は、冷水からの熱を吸収することによって蒸発し、冷媒ガスとなり、プレート式熱交換器から排出される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特許第 3 6 5 8 6 7 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0005】

しかしながら、上記特許文献 1 のようなプレート式熱交換器は、冷媒である冷媒液を蒸発させて冷媒ガスにして排出する構成である。このため、熱交換途中において、冷媒は、冷媒液と冷媒ガスとが混合した二相流状態となる。プレート式熱交換器内における冷媒の蒸発が進むと、二相流状態の冷媒のうち、冷媒液に対する冷媒ガスの割合が高くなり過ぎるため、熱伝達率が極端に低下する。その結果、過剰の伝熱面積が必要となり、熱交換器自体のサイズが大きくなってしまふ。

【0006】

本発明の熱交換システムによれば、サイズ低減を図ることができる熱交換システムを提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

第 1 の態様の熱交換システムは、互いに間隔をあけて積層配置された複数のプレートを有し、前記複数のプレートによって、冷媒が流通する冷媒流路と冷水が流通する冷水流路とが交互に形成された複数のプレート式熱交換器と、前記複数のプレート式熱交換器に、前記冷水を並列的に流通させる冷水供給路と、前記複数のプレート式熱交換器に、前記冷媒を直列的に順次流通させる冷媒供給路と、前記冷媒供給路における一対の前記プレート式熱交換器の間の箇所に設けられて、上流側の前記プレート式熱交換器から排出された冷媒から気相分を分離させる気液分離部と、を備え、前記冷媒の下流側に配置された前記プレート式熱交換器ほど、前記プレートの数が少ない。

50

【0008】

本態様では、一対のプレート式熱交換器の間の箇所にて二相流の冷媒の気液分離を行い、分離された液体の冷媒を下流側に配置されたプレートの数が少ないプレート式熱交換器でさらに蒸発させるため、限られた面積空間の中で冷媒から冷水への熱交換を充分に行うことができる。

【0009】

第2の態様の熱交換システムは、前記複数のプレート式熱交換器の各プレート式熱交換器のプレートの長さは同じであって、前記各プレート式熱交換器のプレートの数は、前記冷媒の下流側に配置された前記プレート式熱交換器になるにしたがって、等比で少なくなる第1の態様の熱交換システムである。

10

【0010】

本態様では、すべてプレート式熱交換器で同じ伝熱性能とすることが可能となる。

【0011】

第3の態様の熱交換システムは、前記間隔は、前記各プレート式熱交換器において互いに等しい第1又は第2の態様の熱交換システムである。

【0012】

本態様では、プレート式熱交換器を組み立て部品が共通化されるために、製造工程を単純化できるとともに、生産コストを抑えることができる。

【0013】

第4の態様の熱交換システムは、前記間隔は、前記複数のプレート式熱交換器にわたって互いに等しい第3の態様の熱交換システムである。

20

【0014】

本態様では、プレート式熱交換器を組み立て部品が共通化されるために、製造工程をさらに単純化できるとともに、生産コストを抑えることができる。

【0015】

第5の態様の熱交換システムは、前記複数のプレート式熱交換器において、前記冷媒が流通する前記冷媒流路と前記冷水が流通する前記冷水流路とが対向配置された第1から第4のいずれか態様の熱交換システムである。

【0016】

本態様では、対向流型熱交換を利用した熱交換システムを提供でき、対向流配置における冷媒流路及び冷水流路の取り回しが可能となる。

30

【0017】

第6の態様の熱交換システムは、前記複数のプレート式熱交換器において、前記冷媒が流通する前記冷媒流路と前記冷水が流通する前記冷水流路とが交差配置された第1から第4のいずれか態様の熱交換システムである。

【0018】

本態様では、交差流型熱交換を利用した熱交換システムを提供でき、交差流配置における冷媒流路及び冷水流路の取り回しが可能となる。

【発明の効果】

【0019】

サイズ低減した熱交換システムを提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の第一実施形態の熱交換システム10における冷水と冷媒との間での熱交換の概念を示す説明図である。

【図2】対向流型のプレート式熱交換器920の構造を説明する図である。

【図3】プレート式熱交換器920の熱伝達率曲線を示すグラフである。

【図4】本発明に係る第一実施形態における熱交換システム10の構造を示す図である。

【図5】本発明に係る第一実施形態における第一プレート式熱交換器120の斜視図である。

50

【図6】本発明に係る第二実施形態における熱交換システム10の構造を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明に係る各種実施形態について、図面を用いて説明する。

【0022】

「第一実施形態」

本発明に係る熱交換システムの第一実施形態について、図1～図5を参照して説明する。

【0023】

図1は、本実施形態の熱交換システム10における、冷水と冷媒との間の熱交換の概念を示したものである。

【0024】

熱交換システム10は、冷媒液C1を導入する冷媒入口40、冷水Wiを導入する冷水入口50、冷媒ガスCg（又は冷媒液C1を一部含む冷媒ガスCg）を排出する冷媒出口60、冷水Woを排出する冷水出口70及びプレート式熱交換器20を備えている。

【0025】

本実施形態の場合、冷媒入口40から飽和液である冷媒液C1で導入され、飽和ガスである冷媒ガスCgを冷媒出口60から排出するように構成されている。すなわち、プレート式熱交換器20に導入された冷媒の冷媒液C1は、プレート式熱交換器20に導入された冷水からの熱を吸収することによって蒸発してガスとなり、プレート式熱交換器から冷媒ガスCgとして排出される。熱交換システム10を冷凍機に用いる場合、冷媒出口60へ排出された冷媒ガスCgは、圧縮機へ導かれる。

【0026】

一方、冷水入口50から導入された冷水Wiは、プレート式熱交換器20に導入された冷媒液C1に熱を奪われることにより冷却されて、冷水出口70から冷水Woとして排出される。

【0027】

本実施形態の熱交換システム10は、複数のプレート式熱交換器20を備えており、第一プレート式熱交換器120、第二プレート式熱交換器220及び第三プレート式熱交換器320は、いずれも対向流型のプレート式熱交換器となっている。

【0028】

ここで、熱交換システム10の詳しい構造を説明する前に、複数のプレート式熱交換器20ではなく、一つのプレート式熱交換器920で構成した熱交換システムについて説明する。プレート式熱交換器920は、例えば、第一プレート式熱交換器120と基本構造は同じであるが、X軸方向の長さが異なっている。冷媒液C1を十分に気化できるように、プレート式熱交換器920のX軸方向の長さは、Lfとなっている。

【0029】

図2によって、対向流型のプレート式熱交換器920の構造を簡単に説明する。図2に示すように、プレート式熱交換器920のうち、溶媒の上流端を、第一端920aとし、溶媒の下流端を第二端920bとする。第一端920aにおいて、冷媒液C1を導入する冷媒導入路980が接続され、第二端920bにおいて、冷媒ガスCgを排出する冷媒排出路960が接続されている。また、第一端920aにおいて、冷水Woを排出する冷水排出路970が接続され、第二端920bにおいて、冷水Wiを導入する冷水導入路950が接続されている。

【0030】

対向流型のプレート式熱交換器920は、複数のプレート921を備えている。複数のプレート921は、熱伝導材料で構成され、プレート両面間で熱交換可能となっている。複数のプレート921が互いに間隔をあけて積層配置されることによって、プレート式熱交換器920内部に、積層された複数の流路が形成される。さらに、冷媒と冷水とが互い

10

20

30

40

50

に対向方向に流れるように、積層された複数の流路に対し、冷媒と冷水とが交互に流される。

【0031】

複数のプレート921には、順にプレート921a、921b、921c、921d、921eからなり、互いに間隔をあけて積層配置されている。したがって、積層配置された各プレート間に、順に流路922ab、流路922bc、流路922cd、流路922deが形成されている。図2に示すように、冷媒導入路980から冷媒排出路960に向かって、流路922ab、流路922cdに冷媒が流され、冷水導入路950から冷水排出路970に向かって、流路922bc、流路922deに冷水が流される。プレート式熱交換器920内に流される冷媒及び冷水は互いに、熱伝導材料であるプレート921

10

【0032】

冷媒と冷水との熱交換に関して説明を加える。

冷媒は、第一端920aに飽和液（蒸発寸前の液体）の状態では供給される。供給された冷媒は、冷媒の流れる方向fc（図2のX軸逆方向）に向かうに従って冷水との熱交換が進む。熱交換が進むことによって、冷媒の蒸発が進み、冷媒に含まれる冷媒ガスの割合が多くなる。

【0033】

流れる冷媒全体に対する気相の冷媒（冷媒ガス）の割合は、クオリティと呼ばれ、以下の式(1)で表される。

20

【0034】

$$= G_g / (G_g + G_l) = G_g / G \quad \dots (1)$$

【0035】

ここで、Gは流れる冷媒全体の質量流量、G_gは当該冷媒全体のうちの気相の冷媒の質量流量、G_lは当該冷媒全体のうち液相の冷媒（冷媒液）の質量流量を表す。冷媒の蒸発が進むと、冷媒全体の質量流量Gのうち、気相の冷媒の質量流量G_gが大きくなるため、クオリティが大きくなり1に近づいてくる。

【0036】

図3は、プレート式熱交換器920内における冷媒の流れる方向fcに平行な方向（X軸方向）の各位置と、冷媒と冷水との間の熱伝達率h（[W/K・m²]）との関係を示したグラフである。プレート式熱交換器920内の冷媒は、第一端920aから第二端920bに向かって蒸発が進む。蒸発が進むと流れる冷媒全体に対する気相の冷媒の割合が高くなるので、冷媒のクオリティが大きくなる。

30

【0037】

よって、プレート式熱交換器920内において、冷媒のクオリティは、第一端920aから第二端920bに向かって（X軸逆方向に向かって）高くなるように分布し、第二端920bにおいて、最も高くなる。

【0038】

他方、プレート式熱交換器920内において、第一端920aからプレート式熱交換器920中央に向かって、熱伝達率hは高くなり、プレート式熱交換器920中央付近でピークを示す。さらに、プレート式熱交換器920中央から第二端920bに向かって、熱伝達率hは極端に減少した後、一定値に向かって漸減する。ここで、冷媒の流れの速さ、冷媒の温度、冷媒の種類（水、油等）によってピークのX軸位置は変わる。

40

【0039】

このとき、プレート式熱交換器920のうち、熱伝達率hがピークを示すプレート式熱交換器920中央から第一端920aまでの領域を低クオリティ領域QLとし、熱伝達率hがピークを示すプレート式熱交換器920中央から第二端920bまでの領域を高クオリティ領域QHとする。

【0040】

高クオリティ領域QHにおいて、冷媒の流れる方向fcに向かうほど、冷媒の蒸発は一

50

層進み、冷媒は噴霧流の状態（気相の中に液滴が分散して存在する状態）へと変化する。冷媒が噴霧流となると、空間中の冷媒の液滴が少なくなることで、伝熱面積が小さくなったり、プレートの壁面と接触する冷媒の液滴の面積が小さくなったりすることで、伝達効率が極端に低下する。この結果、高クオリティ領域QHにおいて、冷媒の熱伝達率hは、冷媒の流れる方向fcに向かって極端に減少する。図3に、プレート式熱交換器920の熱伝達率曲線の変曲点Piを示す。熱伝達率hは変曲点Pi前後において極端に減少する。第一端920aから第二端920bまでの距離をLfとすると、第一端920aから変曲点Pi前後までの距離はLsとなっている。

【0041】

また、低クオリティ領域QLにおいて、噴霧流に至らない程度に冷媒の蒸発が進み、冷媒の体積流量が大きくなるため、冷媒の熱伝達率hは上昇する。この結果、図3のグラフに示されるように、低クオリティ領域QLでは、冷媒の流れる方向fcに向かって、冷媒の熱伝達率hは緩やかに上昇する。

【0042】

特に高クオリティ領域QHの熱伝達率hが極端に低くなった領域は、他の領域に比べて熱交換効率が劣っている。この結果、プレート式熱交換器920に、過剰の伝熱面積が必要となり、プレート式熱交換器920のサイズが大きくなってしまう。

【0043】

そこで、以下の図4に示す本実施形態の熱交換システム10の構成とすることで、プレート式熱交換器920の過剰の伝熱面積にわたる熱交換が必要なくなり、プレート式熱交換器920のX軸方向の長さを短くすることができる。

【0044】

本実施形態の熱交換システム10の構造について説明する。

【0045】

図4に示すように、本実施形態の熱交換システム10は、複数のプレート式熱交換器20と、複数のプレート式熱交換器20に、冷水を並列的に流通させる冷水供給路90と、複数のプレート式熱交換器20に、冷媒を直列的に順次流通させる冷媒供給路80と、冷媒から気相分を分離させる気液分離部30とを備えている。

【0046】

また、熱交換システム10は、第三冷媒排出路360、冷媒出口60を備えている。さらに、熱交換システム10は、第一冷水排出路170、第二冷水排出路270、第三冷水排出路370、及び冷水出口70を備えている。図4に示すように、第一冷水排出路170は、第一プレート式熱交換器120に分岐接続され、第二冷水排出路270は、第二プレート式熱交換器220に分岐接続されている。必要であれば、第三冷水排出路370を第三プレート式熱交換器320に分岐接続させてもよい。

【0047】

プレート式熱交換器20の構造について説明する。

【0048】

プレート式熱交換器20は、第一プレート式熱交換器120、第二プレート式熱交換器220及び第三プレート式熱交換器320を備えている。本実施形態では、各プレート式熱交換器として、図2で説明したような対向流型のプレート式熱交換器を用いる。

【0049】

第一プレート式熱交換器120は、等しい間隔で積層された複数のプレート121を備えている。第二プレート式熱交換器220も、等しい間隔で積層された複数のプレート221を備えている。第三プレート式熱交換器320も、等しい間隔で積層された複数のプレート321を備えている。各プレート式熱交換器における複数のプレートの間隔を互いに等しくすれば、プレート式熱交換器の組み立て部品が共通化されるために、製造工程を単純化できるとともに、生産コストを抑えることができる。複数のプレート121、221及び321は、いずれも熱伝導材料で構成され、プレート両面間で熱交換可能となっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 0 】

さらに、本実施形態において、複数のプレート 1 2 1 の間隔、複数のプレート 2 2 1 の間隔及び複数のプレート 3 2 1 の間隔は、互いに等しくなるように構成されている。

【 0 0 5 1 】

したがって、本実施形態は、複数のプレート式熱交換器にわたって、複数のプレートの間隔が全て等しくなるように構成されている。複数のプレートの間隔を全て等しくすれば、プレート式熱交換器の組み立て部品がより共通化されるために、製造工程をより単純化できるとともに、生産コストをより抑えることができる。

【 0 0 5 2 】

さらに、対向流型のプレート式熱交換器 9 2 0 と同様に、第一プレート式熱交換器 1 2 0 は、内部に積層形成された複数の流路を備えている。熱交換システム 1 0 は、第一プレート式熱交換器 1 2 0 内部の積層形成された複数の流路に対し、冷媒と冷水とを互いに対向方向に流している。さらに、熱交換システム 1 0 は、第一プレート式熱交換器 1 2 0 内部の積層形成された複数の流路に対し、冷媒と冷水と積層方向に交互に流している。したがって、第一プレート式熱交換器 1 2 0 内部に、冷媒液 C 1 と冷水 W i とが、積層方向に対して交互に流され且つ対向方向に流されることによって、第一プレート式熱交換器 1 2 0 は、対向流型のプレート式熱交換器を構成している。

10

【 0 0 5 3 】

よって、第一プレート式熱交換器 1 2 0 に導入された冷媒液 C 1 と冷水 W i とは、第一プレート式熱交換器 1 2 0 内部において、積層方向に対して交互に流され且つ対向方向に流されることによって、互いに熱交換を行う。熱交換された冷媒液 C 1 は、冷水 W i の熱を吸収して（冷水 W i に加熱されて）二相流状態の冷媒 C m に変換されて、第一プレート式熱交換器 1 2 0 から排出される。熱交換された冷水 W i は、冷媒液 C 1 に熱を放出して（冷媒液 C 1 に冷却されて）冷水 W o となり、第一プレート式熱交換器 1 2 0 から排出される。

20

【 0 0 5 4 】

第二プレート式熱交換器 2 2 0 も、第一プレート式熱交換器 1 2 0 と同様に、内部に積層形成された複数の流路を備えている。同様に、第二プレート式熱交換器 2 2 0 内部に、冷媒液 C 1 と冷水 W i とが、積層方向に対して交互に流され且つ対向方向に流されることによって、第二プレート式熱交換器 2 2 0 は、対向流型のプレート式熱交換器を構成している。冷媒液 C 1 と冷水 W i は、第二プレート式熱交換器 2 2 0 内部において、積層方向に対して交互に流され且つ対向方向に流されることによって、互いに熱交換を行う。熱交換された冷媒液 C 1 は、二相流状態の冷媒 C m に変換されて、第二プレート式熱交換器 2 2 0 から排出される。熱交換された冷水 W i は、冷水 W o となり、第二プレート式熱交換器 2 2 0 から排出される。

30

【 0 0 5 5 】

第三プレート式熱交換器 3 2 0 も、第一プレート式熱交換器 1 2 0 と同様に、内部に積層形成された複数の流路を備えている。同様に、第三プレート式熱交換器 3 2 0 内部に、冷媒液 C 1 と冷水 W i とが、積層方向に対して交互に流され且つ対向方向に流されることによって、第三プレート式熱交換器 3 2 0 は、対向流型のプレート式熱交換器を構成している。冷媒液 C 1 と冷水 W i は、第三プレート式熱交換器 3 2 0 内部において、積層方向に対して交互に流され且つ対向方向に流されることによって、互いに熱交換を行う。熱交換された冷媒液 C 1 は、二相流状態の冷媒 C m に変換されて、第三プレート式熱交換器 3 2 0 から排出される。熱交換された冷水 W i は、冷水 W o となり、第三プレート式熱交換器 3 2 0 から排出される。

40

【 0 0 5 6 】

冷媒の経路の構成について説明する。

【 0 0 5 7 】

冷媒供給路 8 0 は、冷媒入口 4 0、第一冷媒導入路 1 4 0、第二冷媒導入路 2 4 0、第三冷媒導入路 3 4 0、第一冷媒排出路 1 6 0、第二冷媒排出路 2 6 0 を備えている。図 4

50

に示すように、第一冷媒導入路 140 及び第一冷媒排出路 160 は、第一プレート式熱交換器 120 に分岐接続されている。第二冷媒導入路 240 及び第二冷媒排出路 260 は、第二プレート式熱交換器 220 に分岐接続されている。必要であれば、第三冷媒導入路 340 を第三プレート式熱交換器 320 に分岐接続させてもよい。

【0058】

熱交換システム 10 で熱交換される冷媒液（飽和液）が、熱交換システム 10 に導入される。熱交換システム 10 に導入される冷媒液 C1 は、冷媒入口 40 から導入される。第一冷媒導入路 140 の上流端は、冷媒入口 40 に接続されている。よって、冷媒入口 40 へ導入された冷媒は、第一冷媒導入路 140 へ導入される。

【0059】

第一冷媒導入路 140 の下流端は、第一プレート式熱交換器 120 の第一端 120 a において、第一プレート式熱交換器 120 へ接続されている。よって、冷媒液 C1 は、第一冷媒導入路 140 を介して、冷媒入口 40 から第一プレート式熱交換器 120 へ導入される。第一冷媒排出路 160 の上流端は、第一プレート式熱交換器 120 の第二端 120 b において、第一プレート式熱交換器 120 へ接続されている。よって、第一プレート式熱交換器 120 は、第一冷媒排出路 160 へ二相流状態の冷媒 C m を排出する。

【0060】

第一冷媒排出路 160 の下流端は、後で説明する第一気液分離部 130 を介して、第二冷媒導入路 240 の上流端へ接続されている。よって、第一プレート式熱交換器 120 から排出された二相流状態の冷媒 C m のうち、冷媒液 C1 は、第一冷媒排出路 160 及び第一気液分離部 130 を介して、第二冷媒導入路 240 の上流端へ導入される。

【0061】

第二冷媒導入路 240 の下流端は、第二プレート式熱交換器 220 の第一端 220 a において、第二プレート式熱交換器 220 へ接続されている。よって、冷媒液 C1 は、第二冷媒導入路 240 を介して、第二プレート式熱交換器 220 へ導入される。第二冷媒排出路 260 の上流端は、第二プレート式熱交換器 220 の第二端 220 b において、第二プレート式熱交換器 220 へ接続されている。よって、第二プレート式熱交換器 220 は、第二冷媒排出路 260 へ二相流状態の冷媒 C m を排出する。

【0062】

第二冷媒排出路 260 の下流端は、後で説明する第二気液分離部 230 を介して、第三冷媒導入路 340 の上流端へ接続されている。よって、第二プレート式熱交換器 220 から排出された二相流状態の冷媒 C m のうち、冷媒液 C1 は、第二冷媒排出路 260 及び第二気液分離部 230 を介して、第三冷媒導入路 340 の上流端へ導入される。

【0063】

第三冷媒導入路 340 の下流端は、第三プレート式熱交換器 320 の第一端 320 a において、第三プレート式熱交換器 320 へ接続されている。よって、冷媒液 C1 は、第三冷媒導入路 340 を介して、第三プレート式熱交換器 320 へ導入される。第三冷媒排出路 360 の上流端は、第三プレート式熱交換器 320 の第二端 320 b において、第三プレート式熱交換器 320 へ接続されている。よって、第三プレート式熱交換器 320 は、第三冷媒排出路 360 へ冷媒液 C1 を一部含む冷媒ガス C g（二相流状態の冷媒 C m）を

【0064】

図 4 では、第三冷媒排出路 360 を第三プレート式熱交換器 320 に分岐接続させていないが、必要であれば、第三冷媒排出路 360 を第三プレート式熱交換器 320 に分岐接続させてもよい。

【0065】

第三冷媒排出路 360 の下流端は、冷媒出口 60 に接続されている。よって、第三プレート式熱交換器 320 から排出された冷媒液 C1 を一部含む冷媒ガス C g は、第三冷媒排出路 360 を介して、冷媒出口 60 へ排出される。

【0066】

10

20

30

40

50

このように、図 4 に示すとおり、熱交換システム 10 に導入された冷媒は、冷媒入口 40 第一冷媒導入路 140 第一冷媒排出路 160 第二冷媒導入路 240 第二冷媒排出路 260 第三冷媒導入路 340 第三冷媒排出路 360 冷媒出口 60 を順に経由する。したがって、熱交換システム 10 の冷媒供給路 80 は、第一プレート式熱交換器 120、第二プレート式熱交換器 220 及び第三プレート式熱交換器 320 に対して直列的に冷媒を流通させている。

【0067】

冷水供給路 90 は、冷水入口 50、第一冷水導入路 150、第二冷水導入路 250、第三冷水導入路 350 を備え、冷水入口 50 から第一冷水導入路 150、第二冷水導入路 250 及び第三冷水導入路 350 へ分岐するように構成されている。図 4 に示すように、第一冷水導入路 150 は、第一プレート式熱交換器 120 に分岐接続されており、第二冷水導入路 250 は、第二プレート式熱交換器 220 に分岐接続されている。必要であれば、第三冷水導入路 350 を第三プレート式熱交換器 320 に分岐接続させてもよい。

【0068】

熱交換システム 10 で熱交換される冷水 W_i が、熱交換システム 10 に導入される。熱交換システム 10 に導入される冷水 W_i は、冷水入口 50 から導入される。第一冷水導入路 150 の上流端は、冷水入口 50 に接続されている。よって、冷水入口 50 へ導入された冷水 W_i は、第一冷水導入路 150 へ導入される。

【0069】

第一冷水導入路 150 の下流端は、第一プレート式熱交換器 120 の第二端 120 b において、第一プレート式熱交換器 120 に接続されている。よって、冷水 W_i は、第一冷水導入路 150 を介して、冷水入口 50 から第一プレート式熱交換器 120 へ導入される。第一プレート式熱交換器 120 の第一端 120 a において、第一プレート式熱交換器 120 へ第一冷水排出路 170 の上流端が接続されている。よって、冷水 W_o は、第一冷水排出路 170 を介して、第一プレート式熱交換器 120 から排出される。

【0070】

第二冷水導入路 250 の下流端は、第二プレート式熱交換器 220 の第二端 220 b において、第二プレート式熱交換器 220 に接続されている。よって、冷水 W_i は、第二冷水導入路 250 を介して、冷水入口 50 から第二プレート式熱交換器 220 へ導入される。第二プレート式熱交換器 220 の第一端 220 a において、第二プレート式熱交換器 220 へ第二冷水排出路 270 の上流端が接続されている。よって、冷水 W_o は、第二冷水排出路 270 を介して、第二プレート式熱交換器 220 から排出される。

【0071】

第三冷水導入路 350 の下流端は、第三プレート式熱交換器 320 の第二端 320 b において、第三プレート式熱交換器 320 に接続されている。よって、冷水 W_i は、第三冷水導入路 350 を介して、冷水入口 50 から第三プレート式熱交換器 320 へ導入される。第三プレート式熱交換器 320 の第一端 320 a において、第三プレート式熱交換器 320 へ第三冷水排出路 370 の上流端が接続されている。よって、冷水 W_o は、第三冷水排出路 370 を介して、第三プレート式熱交換器 320 から排出される。

【0072】

第一冷水排出路 170、第二冷水排出路 270 及び第三冷水排出路 370 は、合流するように冷水出口 70 に接続されている。よって、複数のプレート式熱交換器 20 から排出された冷水 W_o は、第一冷水排出路 170、第二冷水排出路 270 及び第三冷水排出路 370 を介して合流され、冷水出口 70 へ排出される。

【0073】

このように、図 4 に示すとおり、熱交換システム 10 に導入された冷水は、冷水入口 50 から、分岐する第一冷水導入路 150、第二冷水導入路 250 及び第三冷水導入路 350 合流する第一冷水排出路 170、第二冷水排出路 270 及び第三冷水排出路 370 冷水出口 70 を経由する。したがって、熱交換システム 10 の冷水供給路 90 は、第一プレート式熱交換器 120、第二プレート式熱交換器 220 及び第三プレート式熱交換器 3

10

20

30

40

50

20に対して並列的に冷水を流通させている。

【0074】

気液分離部30及びその周辺の構成について説明する。

【0075】

熱交換システム10は、気液分離部30として、第一気液分離部130及び第二気液分離部230を備えている。

【0076】

第一気液分離部130は、第一冷媒排出路160の下流端と第二冷媒導入路240の上流端との間に設けられ、第一プレート式熱交換器120から第一冷媒排出路160へ排出された二相流状態の(気液相からなる)冷媒Cmを、冷媒ガスCg(気相成分)と冷媒液C1(液相成分)とに分離する。

10

【0077】

第一気液分離部130で分離された冷媒液C1は、第二冷媒導入路240を介して、第二プレート式熱交換器220へ導入され、再び冷媒液C1として利用される。第一気液分離部130で分離された冷媒ガスCgは、第一冷媒ガス排出路161を介して、冷媒出口60へ排出される。

【0078】

第二気液分離部230は、第二冷媒排出路260の下流端と第三冷媒導入路340の上流端との間に設けられ、第二プレート式熱交換器220から第二冷媒排出路260へ排出された二相流状態の冷媒Cmを冷媒ガスCg(気相成分)と冷媒液C1(液相成分)とに分離する。

20

【0079】

第二気液分離部230で分離された冷媒液C1は、第三冷媒導入路340を介して、第三プレート式熱交換器320へ導入され、再び冷媒液C1として利用される。第二気液分離部230で分離された冷媒ガスCgは、第二冷媒ガス排出路261を介して、冷媒出口60へ排出される。

【0080】

第三プレート式熱交換器320へ導入された冷媒液C1は、第三プレート式熱交換器320内での熱交換によって蒸発(気化)して、冷媒液C1を一部含む冷媒ガスCg(二相流状態の冷媒Cm)となり、第三冷媒排出路360を介して冷媒出口60へ排出される。

30

【0081】

複数のプレート式熱交換器20の長さ及び複数のプレート式熱交換器20のプレートの積層数について説明する。

【0082】

本実施形態の熱交換システム10は、複数のプレート式熱交換器20の間で気液分離を行うことで、冷媒ガスCg(気相成分)を排出しながら、熱交換を行っている。冷媒ガスCgを排出しながら熱交換を行っているので、例えば、第一プレート式熱交換器120だけで充分気化する必要がない。したがって、次に示すとおり第一プレート式熱交換器120のうち、高クオリティ領域QHに対応する部分を縮小することが可能である。

【0083】

40

すなわち、一つのプレート式熱交換器で冷媒液C1を充分に気化し、冷媒ガスCgにして排出する場合、必要なプレート式熱交換器の長さは、Lfとなる。図3に示すように、高クオリティ領域QHのうち、熱伝達率hが極端に低くなった領域は、他の領域に比べて熱交換効率が劣っており、熱交換器全体からみて有効利用できていない領域である。これに対し、本実施形態の第一プレート式熱交換器120は、二相流状態の冷媒Cmを排出するから、長さLfとする必要がない。よって、本実施形態の第一プレート式熱交換器120は、高クオリティ領域QHのうち、有効利用できていない領域に対応する部分を省いた構成とすることができる。

【0084】

したがって、本実施形態の第一プレート式熱交換器120の長さは、図5に示すように

50

、 L_f より短い L_s としている。第一プレート式熱交換器120の長さ L_s は、第一プレート式熱交換器120の第一端120aのX軸位置から、第一プレート式熱交換器120の熱伝達率曲線の変曲点 P_i 前後のX軸位置までの距離に等しい。本実施形態の場合、第二プレート式熱交換器220の長さも同様に、 L_s とできる。

【0085】

さらに、第三プレート式熱交換器320が二相流状態の冷媒 C_m を排出することが許容される場合、第三プレート式熱交換器320も、有効利用できていない領域を縮小することができ、第三プレート式熱交換器320の長さも L_s とできる。

【0086】

プレート式熱交換器のプレートの積層数は、次に示すとおり、下流側に配置されたプレート式熱交換器ほど、少なくすることができる。

10

【0087】

第一プレート式熱交換器120、第二プレート式熱交換器220、第三プレート式熱交換器320のそれぞれのプレートの積層数を、 N_1 、 N_2 、 N_3 とする。このとき、長さ L_s の各プレート式熱交換器は、いずれも同じクオリティの冷媒を排出しているものとする。

【0088】

第一プレート式熱交換器120に質量流量 G の冷媒液 C_l が導入された場合、クオリティで排出された二相流状態の冷媒 C_m を、気液分離すると、分離された冷媒ガス(飽和蒸気) C_g の質量流量は $G \times$ となる。他方、分離された冷媒液 C_l (飽和液)の質量流量は $G \times (1 -)$ となる。

20

【0089】

この場合、第一プレート式熱交換器120へ質量流量 G の冷媒液 C_l が導入され、第二プレート式熱交換器220へ質量流量 $G \times (1 -)$ の冷媒液 C_l が導入される。したがって、第一プレート式熱交換器120のプレート積層数を N_1 とすると、第二プレート式熱交換器220のプレート積層数を、 $N_2 = N_1 \times (1 -)$ とすることで、第一プレート式熱交換器120及び第二プレート式熱交換器220は、同じ熱伝達性能となる。

【0090】

同様に、第三プレート式熱交換器320のプレート積層数を、 $N_3 = N_1 \times (1 -)^2$ とすれば、第一プレート式熱交換器120、第二プレート式熱交換器220及び第三プレート式熱交換器320は同じ伝熱性能となる。

30

【0091】

すなわち、第 M プレート式熱交換器の積層数は、 $N_M = N_1 \times (1 -)^{M-1}$ とし、第一プレート式熱交換器120から第 M プレート式熱交換器に向かって、積層数が等比で少なくなるように構成すれば、すべてプレート式熱交換器で同じ伝熱性能とすることが可能となる。

【0092】

ただし、最終段だけは、二相流状態の冷媒 C_m を排出することになる。

【0093】

以上のとおり、本実施形態では、プレート式熱交換器のX軸方向の長さを短くすることができるので、限られた面積空間の中に適用できる熱交換システムを構成することができる。

40

【0094】

さらに、本実施形態では、第一プレート式熱交換器120から排出された二相流状態の冷媒 C_m から冷媒ガス C_g を分離した冷媒液 C_l 、すなわち飽和液を、第二プレート式熱交換器220の冷媒に利用している。同様に、第二プレート式熱交換器220から排出された飽和液を、第三プレート式熱交換器320の冷媒に利用している。

したがって、飽和液からなる冷媒液 C_l を第二プレート式熱交換器220及び第三プレート式熱交換器320に導入できるので、効率のよい熱交換が可能であるという相乗効果を有する。

50

【0095】

「第二実施形態」

本発明に係る熱交換システムの第二実施形態について、図6を参照して説明する。

【0096】

本実施形態の熱交換システム10'の構造は、第一実施形態の構造と基本的に同じであるが、冷媒が流通する冷媒流路と冷水が流通する冷水流路とが交差配置されている点異なる。特に本実施形態では、冷媒が流通する冷媒流路と冷水が流通する冷水流路とが直交配置されている。その他の構成については第二実施形態と同様である。

【0097】

図6に示すように、本実施形態の熱交換システム10'は、複数のプレート式熱交換器20'と、複数のプレート式熱交換器20'に冷水を並列的に流通させる冷水供給路90'と、複数のプレート式熱交換器20'に冷媒を直列的に順次流通させる冷媒供給路80'と、冷媒から気相分を分離させる気液分離部30'を備えている。

10

【0098】

さらに、熱交換システム10'は、第一冷水排出路170'、第二冷水排出路270'、第三冷水排出路370'、及び冷水出口70'を備えている。

【0099】

冷水供給路90'は、冷水入口50'、第一冷水導入路150'、第二冷水導入路250'、及び第三冷水導入路350'を備えている。

【0100】

複数のプレート式熱交換器20'は、第一プレート式熱交換器120'、第二プレート式熱交換器220'及び第三プレート式熱交換器320'を備えている。本実施形態では、各プレート式熱交換器として、冷媒が流通する冷媒流路と冷水が流通する冷水流路とが直交配置されている直交流型のプレート式熱交換器を用いる。

20

【0101】

第一冷水導入路150'は、図6に示すように、第一プレート式熱交換器120'に対して、X軸方向及びY軸方向に分岐接続されている。同様に、第二冷水導入路250'は、第二プレート式熱交換器220'に対して、X軸方向及びY軸方向に分岐接続されている。第三冷水導入路350'は、第三プレート式熱交換器320'に対して、X軸方向に分岐接続されている。各冷水導入路は、各プレート式熱交換器の紙面手前側(Y軸順方向側)のXZ側面に接続されている。

30

【0102】

同様に、第一冷水排出路170'は、図6に示すように、第一プレート式熱交換器120'に対して、X軸方向及びY軸方向に分岐接続されている。同様に、第二冷水排出路270'は、第二プレート式熱交換器220'に対して、X軸方向及びY軸方向に分岐接続されている。第三冷水排出路370'は、第三プレート式熱交換器320'に対して、X軸方向に分岐接続されている。各冷水排水路は、各プレート式熱交換器の紙面奥側(Y軸逆方向側)のXZ側面に接続されている。

【0103】

さらに、第三冷水導入路350'を、第三プレート式熱交換器320'に対して、X軸方向及びY軸方向に分岐接続しても構わない。同様に、第三冷水排出路370'を、それぞれ第三プレート式熱交換器320'に対して、X軸方向及びY軸方向に分岐接続しても構わない。

40

【0104】

以上、本発明の実施の形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成は上記実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

【0105】

本実施形態では、各プレート式熱交換器における複数のプレートの間隔や複数のプレート式熱交換器にわたる複数のプレートの間隔は、組み立て部品の共通化、製造工程の単純

50

化が重要でないときは、等しい間隔でなくても構わない。

また、各プレート式熱交換器における冷水流路のプレートの間隔と、冷媒流路のプレートの間隔は、それぞれ異なってもよい。

【0106】

本実施形態の場合、第三プレート式熱交換器320から排出された二相流状態の冷媒Cmが、第三冷媒排出路360を介して冷媒出口60へ排出されている。すなわち、最終段のプレート式熱交換器から排出された二相流状態の冷媒Cmが、冷媒出口へ排出されている。この場合、冷媒出口は、少しの冷媒液Clを含む冷媒ガスCgを排出することとなる。

もし、少しの冷媒液Clの排出が許容されない場合は、最終段のプレート式熱交換器だけ熱交換性能を高くしたり、最終段のプレート式熱交換器と冷媒出口との間にも気液分離部を配置したりすることによって、第三プレート式熱交換器320が冷媒ガスCgを排出するように構成すればよい。

最終段のプレート式熱交換器だけ熱交換性能を高くするには、最終段のプレート式熱交換器だけプレートの層数を少し増やしたり($NM = N1 \times (1 -)^M - 1 + N$ としたり)、最終段のプレート式熱交換器だけプレートの長さを少し増やしたり($LS + L$ としたり)すればよい。

また、複数のプレート式熱交換器の数(段数)を増やせば、最終段のプレート式熱交換器から排出される冷媒ガスCgに含まれる冷媒液Clの量(質量流量)を減らすことができる。

【0107】

本実施形態は、気液分離部で二相流状態の冷媒Cmを、冷媒ガスCgと冷媒液Clとに分離しているが、二相流状態の冷媒Cmを、冷媒ガスCgと二相流状態の冷媒Cmに分離して、冷媒ガスCgを分離した二相流状態の冷媒Cmを次段のプレート式熱交換器に導入するものとしてもよい。このように構成することによって、厳密な気相と液相と分離が要求されないため、装置調整や装置構成の簡略化や廉価化が可能となる。

【0108】

各冷媒導入路、冷媒排出路、冷水導入路及び冷水排出路と各プレート式熱交換器との分岐接続について、実施形態では、図4、図6に示すように、各プレート式熱交換器の外部で分岐して接続しているが、各プレート式熱交換器の外部で分岐せず接続し、各プレート式熱交換器の内部で分岐するものであってもよい。

【0109】

各プレート式熱交換器内において、冷水流路を流通する冷水の温度が、図4、図6の紙面手前側と奥側とで(Y軸方向で)異なる場合がある。この場合、高クオリティ領域QHと低クオリティ領域QLの界面のX軸位置が、図4、図6の紙面手前側と奥側とで異なる。

特に第二実施形態では、冷水流路の下流となる奥側の界面が、手前側の界面に比べて、冷媒の流れる方向fcの下流側へシフトする傾向がある。

このような場合、奥側に供給する冷媒液Clの質量流量を、手前側に供給する冷媒液Clの質量流量よりも少なくなるように調整すればよい。このような調整を行うには、奥側の冷媒液Clの質量流量を少なくしてもよいし、手前側に供給する冷媒液Clの質量流量を多くしてもよい。当該流量を調整するには、第二実施形態の場合、第一冷媒導入路140をY軸方向に分岐して、各々流量調整された分岐路を第一プレート式熱交換器120'に接続すればよい。加えて、第一冷媒排出路160をY軸方向に分岐しても構わない。

各分岐の流量を調整するには、各分岐路に流量調整部を設けたり、各分岐路の配管径を異ならせたりすればよい。

【0110】

本実施形態では、第一プレート式熱交換器120の長さを、プレート式熱交換器の熱伝達率曲線の変曲点Pi前後のX軸位置に対応させてLSとしたが、少なくともプレート式熱交換器の第一端120aのX軸位置から、熱伝達率曲線のピークのX軸位置を超える長

10

20

30

40

50

さであればどのような長さでも構わない。第一プレート式熱交換器 120 の長さを短くすればするほど、第一プレート式熱交換器 120 の過剰な伝熱面積を減らすことができる。また、第一プレート式熱交換器 120 の長さを長くすればするほど、第一プレート式熱交換器 120 の積層数を減らすことができる。他のプレート式熱交換器の長さについても同様である。

【0111】

本実施形態のプレート式熱交換器で用いる熱伝導材料としては、アルミニウム、グラファイト、銅、セラミックス等のような材料でも構わない。

【0112】

本実施形態の冷媒としては、アンモニア、HFC等、どのような冷媒を用いてもよい。

10

【0113】

本実施形態は、冷水を冷却する装置であるが、常温水、温水、熱水を冷却する装置に適用してもよいし、油を冷却する装置に適用してもよい。

【0114】

気液分離部としては、重力分離方式、遠心分離方式、フィルタ方式等、様々なものを用いることができる。

【0115】

第二実施形態に関して、冷媒が流通する冷媒流路と冷水が流通する冷水流路とが直交配置に限らず、交差する配置であれば、どのような角度で交差しても構わない。

【0116】

本実施形態で用いるプレート式熱交換器は、プレートにプレートフィンを用いることによって、プレート表面に伝熱促進効果のあるプレートフィン熱交換器としてもよい。プレートフィン熱交換器とすることで、伝熱性能を向上し、熱交換器の小型化を図ることが可能となる。

20

【符号の説明】

【0117】

10：熱交換システム

20：プレート式熱交換器

30：気液分離部

40：冷媒入口

50：冷水入口

60：冷媒出口

70：冷水出口

80：冷媒供給路

90：冷水供給路

120：第一プレート式熱交換器

120a：第一端

120b：第二端

121：複数のプレート

130：第一気液分離部

140：第一冷媒導入路

150：第一冷水導入路

160：第一冷媒排出路

161：第一冷媒ガス排出路

170：第一冷水排出路

220：第二プレート式熱交換器

220a：第一端

220b：第二端

221：複数のプレート

230：第二気液分離部

30

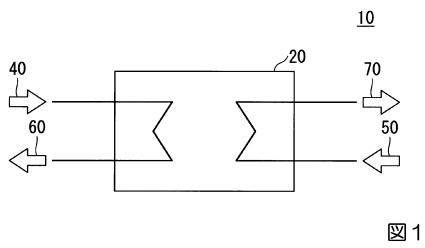
40

50

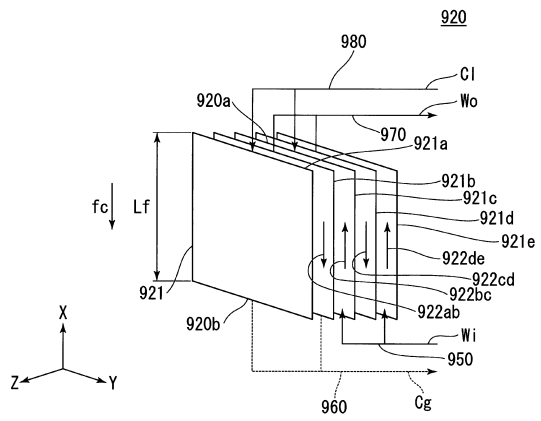
2 4 0	: 第二冷媒導入路	
2 5 0	: 第二冷水導入路	
2 6 0	: 第二冷媒排出路	
2 6 1	: 第二冷媒ガス排出路	
2 7 0	: 第二冷水排出路	
3 2 0	: 第三プレート式熱交換器	
3 2 0 a	: 第一端	
3 2 0 b	: 第二端	
3 2 1	: 複数のプレート	
3 4 0	: 第三冷媒導入路	10
3 5 0	: 第三冷水導入路	
3 6 0	: 第三冷媒排出路	
3 7 0	: 第三冷水排出路	
9 2 0	: プレート式熱交換器	
9 2 0 a	: 第一端	
9 2 0 b	: 第二端	
9 2 1	: 複数のプレート	
9 2 1 a	: プレート	
9 2 1 b	: プレート	
9 2 1 c	: プレート	20
9 2 1 d	: プレート	
9 2 1 e	: プレート	
9 2 2 a b	: 流路	
9 2 2 b c	: 流路	
9 2 2 c d	: 流路	
9 2 2 d e	: 流路	
9 5 0	: 冷水導入路	
9 6 0	: 冷媒排出路	
9 7 0	: 冷水排出路	
9 8 0	: 冷媒導入路	30
2 0 ´	: プレート式熱交換器	
9 0 ´	: 冷水供給路	
1 2 0 ´	: 第一プレート式熱交換器	
1 5 0 ´	: 第一冷水導入路	
1 7 0 ´	: 第一冷水排出路	
2 2 0 ´	: 第二プレート式熱交換器	
2 5 0 ´	: 第二冷水導入路	
2 7 0 ´	: 第二冷水排出路	
3 2 0 ´	: 第三プレート式熱交換器	
3 5 0 ´	: 第三冷水導入路	40
3 7 0 ´	: 第三冷水排出路	
C g	: 冷媒ガス	
C l	: 冷媒液	
C m	: 二相流状態の冷媒	
f c	: 冷媒の流れる方向	
h	: 熱伝達率	
P i	: 変曲点	
Q H	: 高クオリティ領域	
Q L	: 低クオリティ領域	
W i	: 冷水	50

W o : 冷水

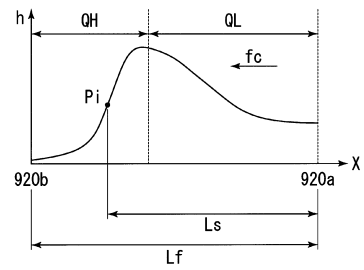
【 図 1 】



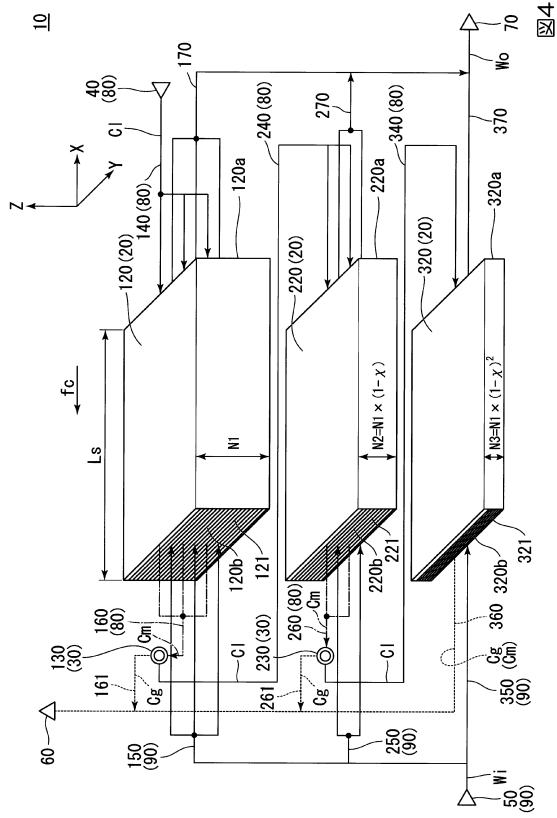
【 図 2 】



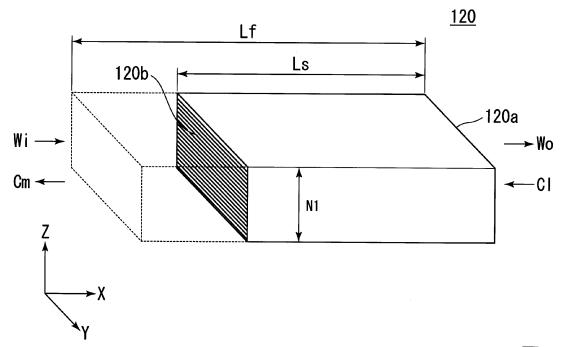
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

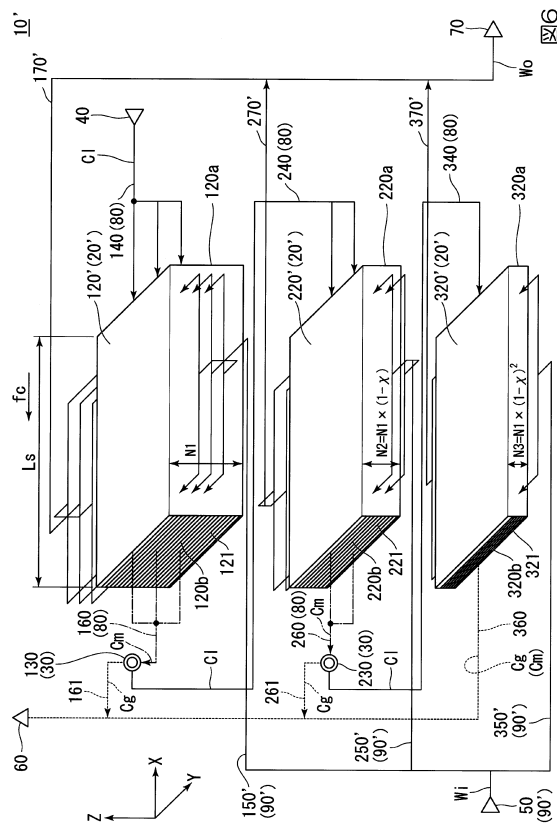


図 5

図 6

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 F 2 5 B 41/00 (2006.01) F 2 5 B 39/02 U
 F 2 5 B 41/00 C

(74)代理人 100134544
 弁理士 森 隆一郎
 (74)代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74)代理人 100108578
 弁理士 高橋 詔男
 (74)代理人 100126893
 弁理士 山崎 哲男
 (72)発明者 吉井 大智
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
 (72)発明者 大谷 雄一
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
 (72)発明者 金子 毅
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
 (72)発明者 長谷川 泰士
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

審査官 伊藤 紀史

(56)参考文献 特開2000-180076(JP,A)
 特開2005-188764(JP,A)
 特開2009-275969(JP,A)
 特開2011-117624(JP,A)
 特開2017-156041(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 2 5 B 4 3 / 0 0
 F 2 5 B 3 9 / 0 2
 F 2 5 B 4 1 / 0 0
 F 2 8 D 9 / 0 0 - 9 / 0 2
 F 2 8 F 3 / 0 0 - 3 / 0 8