

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7254589号
(P7254589)

(45)発行日 令和5年4月10日(2023.4.10)

(24)登録日 令和5年3月31日(2023.3.31)

(51)国際特許分類	F I
F 2 5 B 39/02 (2006.01)	F 2 5 B 39/02 N
F 2 5 B 1/053(2006.01)	F 2 5 B 1/053 Z
F 2 8 F 1/32 (2006.01)	F 2 8 F 1/32 F
	F 2 8 F 1/32 V

請求項の数 9 (全11頁)

(21)出願番号	特願2019-66608(P2019-66608)	(73)特許権者	516299338 三菱重工サーマルシステムズ株式会社 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
(22)出願日	平成31年3月29日(2019.3.29)	(74)代理人	100112737 弁理士 藤田 考晴
(65)公開番号	特開2020-165595(P2020-165595 A)	(74)代理人	100140914 弁理士 三苫 貴織
(43)公開日	令和2年10月8日(2020.10.8)	(74)代理人	100136168 弁理士 川上 美紀
審査請求日	令和3年12月24日(2021.12.24)	(74)代理人	100172524 弁理士 長田 大輔
		(72)発明者	三吉 直也 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱 重工サーマルシステムズ株式会社内
		(72)発明者	上田 憲治

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 蒸発器用伝熱管、これを備えた蒸発器、及びこれを備えたターボ冷凍機、並びに蒸発器用伝熱管の設計方法及び蒸発器の設計方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

内部に流体が流通する本体管部と、
前記本体管部の全体にわたって隣接するように設けられ、該本体管部から外方向へ突出するとともに、内部に空洞が形成されるように先端部が折り曲げられた複数のフィンと、
を備え、
前記本体管部を前記外方向から見た場合に、隣接する前記フィンとの間の隙間の面積に相当する代表直径をL、隣接する前記フィンの根元間の幅をB tとしたとき、
L / B tが0.15以上0.5以下とされ、
前記本体管部の長手方向において前記L / B tが異なる蒸発器用伝熱管。

10

【請求項2】

前記L / B tは、0.15以上0.25以下とされている請求項1に記載の蒸発器用伝熱管。

【請求項3】

請求項1又は2に記載の蒸発器用伝熱管を備えた蒸発器。

【請求項4】

第1の流路にわたって設けられた第1の前記蒸発器用伝熱管と、
前記第1の流路とは異なる第2の流路にわたって設けられた第2の前記蒸発器用伝熱管と、
を備え、

20

前記第 1 の前記蒸発器用伝熱管と前記第 2 の前記蒸発器用伝熱管とは、前記 $L / B t$ が異なる請求項 3 に記載の蒸発器。

【請求項 5】

内部に流体が流通する本体管部と、

前記本体管部の全体にわたって隣接するように設けられ、該本体管部から外方向へ突出するとともに、内部に空洞が形成されるように先端部が折り曲げられた複数のフィンと、を備え、

前記本体管部を前記外方向から見た場合に、隣接する前記フィンの間の隙間の面積に相当する代表直径を L 、隣接する前記フィンの根元間の幅を $B t$ としたとき、

$L / B t$ が 0.15 以上 0.5 以下とされている蒸発器用伝熱管を備えた蒸発器であつて、

10

第 1 の流路にわたって設けられた第 1 の前記蒸発器用伝熱管と、

前記第 1 の流路とは異なる第 2 の流路にわたって設けられた第 2 の前記蒸発器用伝熱管と、を備え、

前記第 1 の前記蒸発器用伝熱管と前記第 2 の前記蒸発器用伝熱管とは、前記 $L / B t$ が異なる蒸発器。

【請求項 6】

冷媒を圧縮するターボ圧縮機と、

前記ターボ圧縮機によって圧縮された冷媒を凝縮させる凝縮器と、

前記凝縮器によって凝縮された冷媒を膨張させる膨張弁と、

前記膨張弁によって膨張した冷媒を蒸発させる請求項 3 から 5 のいずれかに記載の蒸発器と、

20

を備えたターボ冷凍機。

【請求項 7】

内部に流体が流通する本体管部と、

前記本体管部の全体にわたって隣接するように設けられ、該本体管部から外方向へ突出するとともに、内部に空洞が形成するように先端が折り曲げられた複数のフィンと、を備えた蒸発器用伝熱管の設計方法であつて、

前記本体管部を前記外方向から見た場合に、隣接する前記フィンの隙間の面積に相当する代表直径を L 、隣接する前記フィンの根元間の幅を $B t$ としたとき、

$L / B t$ を 0.15 以上 0.5 以下とする蒸発器用伝熱管の設計方法。

30

【請求項 8】

前記本体管部の長手方向において前記 $L / B t$ を変化させる請求項 7 に記載の蒸発器用伝熱管の設計方法。

【請求項 9】

内部に流体が流通する本体管部と、

前記本体管部の全体にわたって隣接するように設けられ、該本体管部から外方向へ突出するとともに、内部に空洞が形成するように先端が折り曲げられた複数のフィンと、

を備えた蒸発器用伝熱管を備えた蒸発器の設計方法であつて、

前記本体管部を前記外方向から見た場合に、隣接する前記フィンの隙間の面積に相当する代表直径を L 、隣接する前記フィンの根元間の幅を $B t$ としたとき、

$L / B t$ を 0.15 以上 0.5 以下とし、

第 1 の流路にわたって設けられた第 1 の前記蒸発器用伝熱管の前記 $L / B t$ と、前記第 1 の流路とは異なる第 2 の流路にわたって設けられた第 2 の前記蒸発器用伝熱管の前記 $L / B t$ と、を異ならせる蒸発器の設計方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、蒸発器用伝熱管、これを備えた蒸発器、及びこれを備えたターボ冷凍機、並びに蒸発器用伝熱管の設計方法及び蒸発器の設計方法に関するものである。

50

【背景技術】

【0002】

下記特許文献1及び2には、伝熱管の外表面に複数のフィンが形成され、内部に空洞が形成されるように各フィンの先端が折り曲げられた伝熱管が示されている。このような伝熱管は、蒸発器に用いられ、伝熱管の外表面で外周を流れる冷媒が沸騰して蒸発する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】米国特許出願公開第2006/0075772号明細書

米国特許出願公開第2006/0075773号明細書

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

伝熱管の外表面と冷媒との熱伝達を向上させるために種々の形状が提案されている。しかし、どのような形状が伝熱性能に影響を及ぼすのかについては未だ明確に整理されていない。

【0005】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、管外表面において熱伝達性能を向上させることができる蒸発器用伝熱管、これを備えた蒸発器、及びこれを備えたターボ冷凍機、並びに蒸発器用伝熱管の設計方法を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様に係る蒸発器用伝熱管は、内部に流体が流通する本体管部と、前記本体管部の全体にわたって隣接するように設けられ、該本体管部から外方向へ突出するとともに、内部に空洞が形成されるように先端部が折り曲げられた複数のフィンと、を備え、前記本体管部を前記外方向から見た場合に、隣接する前記フィンの間の隙間の面積に相当する代表直径を L 、隣接する前記フィンの根元間の幅を B_t としたとき、 L/B_t が 0.15 以上 0.5 以下とされている。

【0007】

蒸発器用伝熱管の外側で行われる沸騰熱伝達を促進するためには、本体管部とフィンとの間の空洞における液体の薄膜化とドライアウトの抑制が有効であることを見出した。そこで、隣接するフィン間の隙間の面積に相当する代表直径である L と隣接するフィンの根元間の幅である B_t との比である L/B_t を用いて蒸発器用伝熱管の外表面形状を規定することとした。種々検討の結果、 L/B_t は 0.15 以上 0.5 以下が好ましい。より好ましくは、 L/B_t は、 0.15 以上 0.25 以下、更に好ましくは 0.2 程度とされる。

30

L は、隣接するフィン間の隙間を A_0 とした場合、 $2 \times (A_0 / \quad)^{1/2}$ として得ることができる。

【0008】

さらに、本発明の一態様に係る蒸発器用伝熱管は、前記本体管部の長手方向において前記 L/B_t が異なる。

40

【0009】

本体管部の長手方向において沸騰状態が変化する。そこで、本体管部の長手方向において L/B_t を異ならせることとした。これにより、蒸発器用伝熱管の長手方向においても熱伝達性能を最適化することができる。

【0010】

また、本発明の一態様に係る蒸発器は、上記に記載の蒸発器用伝熱管を備えている。

【0011】

さらに、本発明の一態様に係る蒸発器は、第1の流路にわたって設けられた第1の前記蒸発器用伝熱管と、前記第1の流路とは異なる第2の流路にわたって設けられた第2の前記蒸発器用伝熱管と、を備え、前記第1の前記蒸発器用伝熱管と前記第2の前記蒸発器用

50

伝熱管とは、前記 $L / B t$ が異なる。

【 0 0 1 2 】

例えば上流側のパスと下流側のパスのように流路が異なると、それぞれの流路（パス）で伝熱状態が異なる。そこで、流路ごとに $L / B t$ を異ならせて、流路（パス）ごとに熱伝達性能を最適化することとした。

【 0 0 1 3 】

また、本発明の一態様に係るターボ冷凍機は、冷媒を圧縮するターボ圧縮機と、前記ターボ圧縮機によって圧縮された冷媒を凝縮させる凝縮器と、前記凝縮器によって凝縮された冷媒を膨張させる膨張弁と、前記膨張弁によって膨張した冷媒を蒸発させる上記の蒸発器と、を備えている。

10

【 0 0 1 4 】

また、本発明の一態様に係る蒸発器用伝熱管の設計方法は、内部に流体が流通する本体管部と、前記本体管部の全体にわたって隣接するように設けられ、該本体管部から外方向へ突出するとともに、内部に空洞が形成するように先端が折り曲げられた複数のフィンと、を備えた蒸発器用伝熱管の設計方法であって、前記本体管部を前記外方向から見た場合に、隣接する前記フィンの隙間の面積に相当する代表直径を L 、隣接する前記フィンの根元間の幅を $B t$ としたとき、 $L / B t$ を 0.15 以上 0.5 以下とする。

【 0 0 1 5 】

蒸発器用伝熱管の外側で行われる沸騰熱伝達を促進するためには、本体管部とフィンとの間の空洞における液体の薄膜化とドライアウトの抑制が有効であることを見出した。そこで、隣接するフィン間の隙間の面積に相当する代表直径である L と隣接するフィンの根元間の幅である $B t$ との比である $L / B t$ を用いて蒸発器用伝熱管の外表面形状を規定することとした。種々検討の結果、 $L / B t$ は 0.15 以上 0.5 以下が好ましい。より好ましくは、 $L / B t$ は、 0.15 以上 0.25 以下、更に好ましくは 0.2 程度とされる。

20

L は、隣接するフィン間の隙間を $A 0$ とした場合、 $2 \times (A 0 / \quad)^{1/2}$ として得ることができる。

【 0 0 1 6 】

さらに、本発明の一態様に係る蒸発器用伝熱管の設計方法は、前記本体管部の長手方向において前記 $L / B t$ を変化させる。

【 0 0 1 7 】

本体管部の長手方向において沸騰状態が変化する。そこで、本体管部の長手方向において $L / B t$ を異ならせることとした。これにより、蒸発器用伝熱管の長手方向においても熱伝達を最適化することができる。

30

【 0 0 1 8 】

本発明の一態様に係る蒸発器の設計方法は、内部に流体が流通する本体管部と、前記本体管部の全体にわたって隣接するように設けられ、該本体管部から外方向へ突出するとともに、内部に空洞が形成するように先端が折り曲げられた複数のフィンと、を備えた蒸発器用伝熱管を備えた蒸発器の設計方法であって、前記本体管部を前記外方向から見た場合に、隣接する前記フィンの隙間の面積に相当する代表直径を L 、隣接する前記フィンの根元間の幅を $B t$ としたとき、 $L / B t$ を 0.15 以上 0.5 以下とし、第 1 の流路にわたって設けられた第 1 の前記蒸発器用伝熱管の前記 $L / B t$ と、前記第 1 の流路とは異なる第 2 の流路にわたって設けられた第 2 の前記蒸発器用伝熱管の前記 $L / B t$ と、を異ならせる。

40

【 0 0 1 9 】

例えば上流側のパスと下流側のパスのように流路が異なると、それぞれの流路（パス）で伝熱状態が異なる。そこで、流路ごとに $L / B t$ を異ならせて、流路（パス）ごとに熱伝達性能を最適化することとした。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 0 】

本体管部とフィンとの間の空洞における液体の薄膜化とドライアウトの抑制を行うこと

50

で、管外表面における熱伝達性能を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の一実施形態に係るターボ冷凍機を示した概略構成図である。

【図2A】蒸発器の概略構成を示した斜視図である。

【図2B】図2Aの蒸発器の縦断面図である。

【図2C】図2Aの蒸発器の冷水及び冷媒の流れを示した斜視図である。

【図3A】冷水用伝熱管を示した斜視図である。

【図3B】図3Aの冷水用伝熱管の外表面の一部を拡大して示した部分拡大斜視図である。

【図3C】1つのフィンの周囲を示した斜視図である。

【図4】冷水用伝熱管の管外熱伝達率を示したグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下に、本発明に係る一実施形態について、図面を参照して説明する。

図1に示されているように、ターボ冷凍機1は、冷媒を圧縮するターボ圧縮機3と、ターボ圧縮機3によって圧縮された高温高圧のガス冷媒を凝縮する凝縮器5と、凝縮器5から導かれた液冷媒を膨張させる膨張弁7と、膨張弁7によって膨張された液冷媒を蒸発させる蒸発器9とを備えている。

【0023】

冷媒としては、例えばR1233zd(E)といった低圧冷媒が用いられており、運転中には蒸発器等の低圧部が大気圧以下となる場合がある。なお、R1233zd(E)等の低圧冷媒に対して、高圧冷媒は例えばR134aが挙げられる。

【0024】

ターボ圧縮機3は、遠心式圧縮機であり、インバータによって回転数制御された電動機11によって駆動されている。インバータは、制御部(図示せず)によってその出力が制御されている。

【0025】

ターボ圧縮機3は、回転軸3b周りに回転する羽根車3aを備えている。回転軸3bには、増速歯車12を介して電動機11から回転動力が伝達される。

【0026】

凝縮器5は、例えばシェルアンドチューブ型とされた熱交換器とされている。凝縮器5には、冷媒を冷却するための冷却水が内部を流通する冷却水用伝熱管5aが挿通されている。冷却水用伝熱管5aには、冷却水行き配管6aと冷却水戻り配管6bとが接続されている。冷却水行き配管6aを介して凝縮器5に導かれた冷却水は、冷却水戻り配管6bを介して図示しない冷却塔に導かれ外部へと排熱した後に、冷却水行き配管6aを介して再び凝縮器5へと導かれるようになっている。冷却水行き配管6aには、冷却水を送水する冷却水ポンプ14が設けられている。

【0027】

膨張弁7は、電動式とされており、制御部によって開度が任意に設定されるようになっている。

【0028】

蒸発器9は、例えばシェルアンドチューブ型とされた熱交換器とされている。蒸発器9には、冷媒と熱交換する冷水が内部を流通する冷水用伝熱管(蒸発器用伝熱管)9aが挿通されている。冷水用伝熱管9aには、冷水行き配管10aと冷水戻り配管10bとが接続されている。冷水行き配管10aを介して蒸発器9に導かれた冷水は、定格温度(例えば7)まで冷却され、冷水戻り配管10bを介して図示しない外部負荷に導かれて冷熱を供給した後に、冷水行き配管10aを介して再び蒸発器9へと導かれるようになっている。冷水行き配管10aには、冷水を送水する冷水ポンプ13が設けられている。

【0029】

図2Aには、蒸発器9の斜視図が示されている。同図に示されているように、シェル1

10

20

30

40

50

6 内に冷媒室 20 が形成されている。シェル 16 は、略水平方向に中心軸線を有する略円筒形状とされている。シェル 16 の両端には水室 18, 19 がそれぞれ設けられている。シェル 16 の内部空間は、両端に設けられた管板 22, 23 によって仕切られている。管板 22, 23 によって、水室 18, 19 と冷媒室 20 とが分けられている。

【0030】

シェル 16 の一端側（同図において左側）の水室 18 は、水室仕切板 25 によって、入口水室 27 と出口水室 28 とに仕切られている。入口水室 27 には冷水戻り配管 10 b が接続され、出口水室 28 には冷水行き配管 10 a が接続されている。

【0031】

シェル 16 の他端側（同図において右側）の水室 19 は、流れ込んだ冷水が折り返して流出できるように一つの空間とされている。入口水室 27 と水室 19 との間には、内部に冷水が流れる冷水用伝熱管 9 a が多数本並列に設けられ、水室 19 と出口水室 28 との間にも、内部に冷水が流れる冷水用伝熱管 9 a が設けられている。冷水用伝熱管 9 a は、両端部に配置された管板 22, 23 によって支持されている。

10

【0032】

冷媒室 20 の下部には、膨張弁 7 から冷媒が導かれる冷媒入口配管 30 が接続されている。冷媒室 20 の上部には、冷媒室 20 にて蒸発したガス冷媒がターボ圧縮機 3 側に排出される冷媒出口配管 31 が接続されている。

【0033】

図 2 B に示されているように、多数の冷水用伝熱管 9 a は、複数の管群に分けられて設けられている。全ての管群の下方には、冷媒を分散させるディストリビュータ 33 が設けられている。全ての管群の上方には、ミスト状の冷媒を補足するデミスタ 34 が設けられている。

20

【0034】

図 2 C には、冷水と冷媒の流れが矢印で示されている。白抜き矢印で示された冷水は左方から右方へ流れた後に折り返し、右方から左方へと流れる。黒塗り矢印で示された冷媒は、下方から供給され、冷水用伝熱管 9 a で形成された群の中を通過する間に蒸発し、ガス冷媒が上方へと流れる。

【0035】

図 3 A に示すように、冷水用伝熱管 9 a は、本体管部 9 b と、本体管部 9 b の外周に形成された多数のフィン 9 c とを備えている。本体管部 9 b の内部には冷水が流通する。本体管部 9 b の外周およびフィン 9 c には冷媒が接触する。

30

【0036】

フィン 9 c は、本体管部 9 b の全体にわたって隣接するように、本体管部 9 b の長手方向及び周方向に多数設けられている。フィン 9 c は、本体管部 9 b から外方向へ突出するとともに、内部に空洞 S が形成されるように先端部 9 c 1 が折り曲げられた形状とされている（図 3 C 参照）。

【0037】

図 3 B には、冷水用伝熱管 9 a の外表面の一部 P（図 3 A 参照）が拡大して示されている。同図に示すように、各フィン 9 c は、先端部 9 c 1 が面状に折り曲げられている。面状とされた先端部 9 c 1 が冷水用伝熱管 9 a の長手方向及び周方向に連なることによって、冷水用伝熱管 9 a の外周面を形成している。なお、各先端部 9 c 1 の外表面の略中央部が凹むように凹部を設けることとしても良い。

40

【0038】

隣り合うフィン 9 c 間には、隙間 B L が形成されている。一對のフィン 9 c 間に形成される一つの隙間 B L（同図において塗りつぶした部分）の面積を A 0 とした場合、この面積 A 0 に相当する代表直径を L とする。代表直径 L は、下式から求められる。

$$L = 2 \times (A 0 / \pi)^{1/2}$$

【0039】

図 3 C には、一つのフィン 9 c の周囲を拡大した斜視図が示されている。空洞 S 内で沸

50

騰熱伝達が行われる。本体管部 9 b の外表面およびフィン 9 c の内表面には冷媒の液膜 F が形成される。液膜 F は熱伝達向上のため薄膜化することが好ましい。

【 0 0 4 0 】

フィン 9 c の面状に折り曲げられた先端部 9 c 1 は、フィン 9 c の突出方向の全体長さに対して 4 0 ~ 5 0 % とされているのが好ましい。

【 0 0 4 1 】

フィン 9 c の根元の厚さ寸法 B f は、好ましくは 0 . 2 ~ 0 . 2 5 mm とされている。フィン 9 c の根元と本体管部 9 b との間の角部 B c は、可及的に滑らかな形状とするのが好ましい。具体的には、角部 B c は、R 形状とし、曲率半径は 0 . 0 4 ~ 0 . 0 6 mm が好ましい。低圧冷媒は高圧冷媒に比べて表面張力が大きいので、濡れ性が良くなるように

10

するためである。フィン 9 c の傾斜角度 は、鈍角側で、1 0 0 ~ 1 2 0 ° とするのが好ましい。

【 0 0 4 2 】

隙間 B L の代表直径 L は、隣接するフィン 9 c の根元間の幅であるトンネル幅 B t との関係で決定される。具体的には、トンネル幅 B t に対する代表直径 L の比である $L / B t$ を用いて、

$$0 . 1 5 \leq L / B t \leq 0 . 5$$

とする。より好ましくは、 $L / B t$ は、0 . 1 5 以上 0 . 2 5 以下、更に好ましくは 0 . 2 程度とされる。

【 0 0 4 3 】

$L / B t$ の値は、冷水用伝熱管 9 a の長手方向において異なるように設定しても良い。すなわち、冷水用伝熱管 9 a の長手方向において $L / B t$ の値を最適化しても良い。

20

【 0 0 4 4 】

$L / B t$ の値は、多数の冷水用伝熱管 9 a の管群ごとに異なるように設定しても良い。すなわち、異なる流路（パス）ごとに $L / B t$ を異ならせても良い。例えば、入口水室 2 7（図 2 A 参照）に冷水流れの上流側が接続された管群と、出口水室 2 8（図 2 A 参照）に下流端が接続された管群とで $L / B t$ を異ならせる。

【 0 0 4 5 】

上記のような数値範囲とした理由は以下の通りである。

代表直径 L とトンネル幅 B t を変化させて、種々の形状のフィン 9 c について試験を行った。冷媒は低圧冷媒である R 1 2 3 3 z d (E) を用い、飽和温度は 6 ° C とした。

30

【 0 0 4 6 】

図 4 には、4 つのグラフが示されており、縦軸は管外熱伝達率すなわちフィン 9 c による熱伝達特性を示している。横軸は、左から順に、トンネル幅 B t、凹部面積割合、開口部代表長さ（すなわち代表直径 L）、開口部代表長さ / トンネル幅（すなわち $L / B t$ ）を示している。なお、凹部面積割合は、フィン 9 c の先端部 9 c 1 の外表面に設けられた凹部の面積割合を示す。

【 0 0 4 7 】

図 4 に示すように、図 4 の T U B E D の形状のフィン 9 c が最も管外熱伝達率が良いが、トンネル幅 B t による有意な差異は見られない。代表直径 L である開口部代表長さによる有意な差が認められるが、 $L / B t$ （開口部代表長さ / トンネル幅）で整理すると、さらに各フィン 9 c 形状の差が認められる。したがって、 $L / B t$ で整理し、0 . 1 5 以上 0 . 5 の範囲でフィン 9 c の形状を設計することが好ましいことが分かる。このようなパラメータ範囲は、空洞 S における冷媒（液）の薄膜化とドライアウトの抑制を可能とする。

40

たとえば、R 1 3 4 a のような高圧冷媒に比べて比体積の大きい低圧冷媒は、より大きな空洞 S とする設計が可能である。さらに、高圧冷媒に比べて低圧冷媒の方が液とガスの密度差が大きく浮力が大きくなるため、ガス冷媒が空洞 S から流出し難いように（液冷媒供給過多で液膜が厚くならないように）、隙間 B L の面積を小さくするという設計が可能である。

50

【 0 0 4 8 】

以上の通り、本実施形態によれば以下の作用効果を奏する。

L / B t は 0 . 1 5 以上 0 . 5 以下としたので、本体管部 9 b とフィン 9 c との間の空洞 S における液膜 F の薄膜化とドライアウトの抑制が行われ、冷水用伝熱管 9 a の外側で行われる沸騰熱伝達を促進することができる。

【 0 0 4 9 】

冷水用伝熱管 9 a の長手方向において沸騰状態が変化するので、冷水用伝熱管 9 a の長手方向において L / B t を異ならせることとした。これにより、冷水用伝熱管 9 a の長手方向においても熱伝達性能を最適化することができる。

【 0 0 5 0 】

多数の冷水用伝熱管 9 a の管群ごとに L / B t を異ならせることとした。これにより、管群ごとの伝熱状態に応じて熱伝達性能を最適化することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 1 】

- 1 ターボ冷凍機
 - 3 ターボ圧縮機
 - 3 a 羽根車
 - 3 b 回転軸
 - 5 凝縮器
 - 7 膨張弁
 - 9 蒸発器
 - 9 a 冷水用伝熱管（蒸発器用伝熱管）
 - 9 b 本体管部
 - 9 c フィン
 - 9 c 1 先端部
 - 1 0 a 冷水行き配管
 - 1 0 b 冷水戻り配管
 - 1 1 電動機
 - 1 2 増速歯車
 - 1 3 冷水ポンプ
 - 1 4 冷却水ポンプ
 - 1 6 シェル
 - 1 8 , 1 9 水室
 - 2 0 冷媒室
 - 2 2 , 2 3 管板
 - 2 5 水室仕切板
 - 2 7 入口水室
 - 2 8 出口水室
 - 3 0 冷媒入口配管
 - 3 1 冷媒出口配管
 - 3 3 ディストリビュータ
 - 3 4 デミスタ
 - B L 隙間
 - B t トンネル幅
 - F 液膜
 - L 代表直径
 - S 空洞
- （フィンの）傾斜角度

10

20

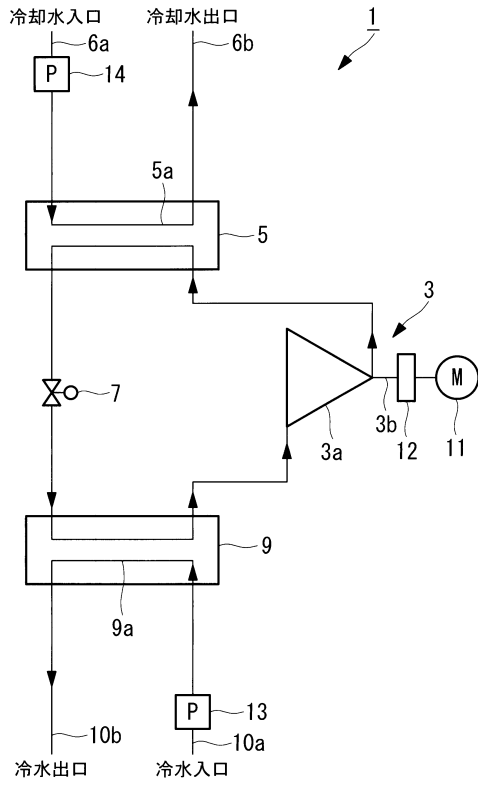
30

40

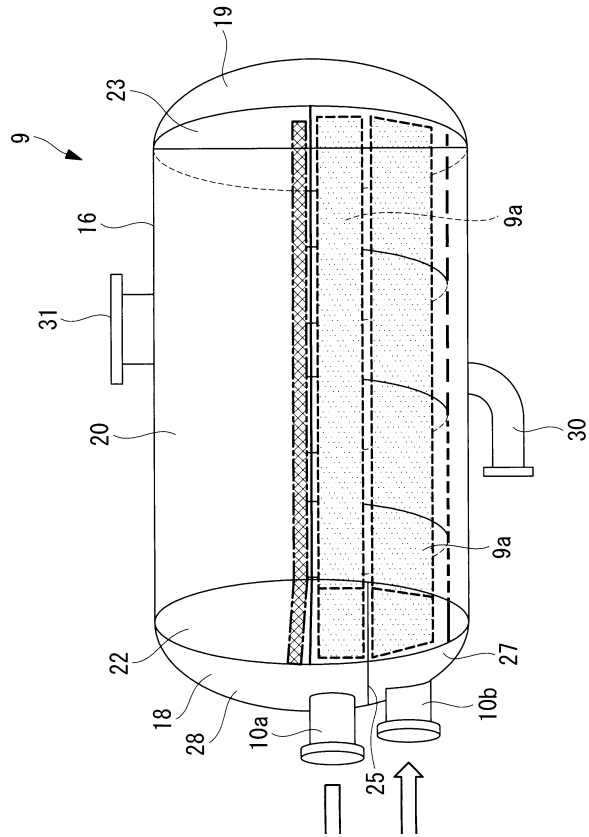
50

【 図面 】

【 図 1 】



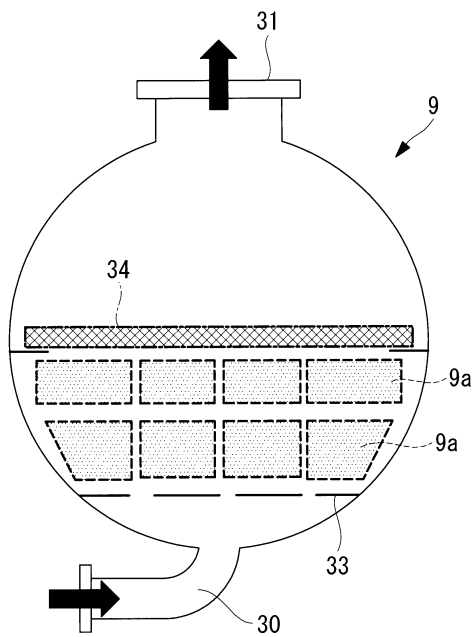
【 図 2 A 】



10

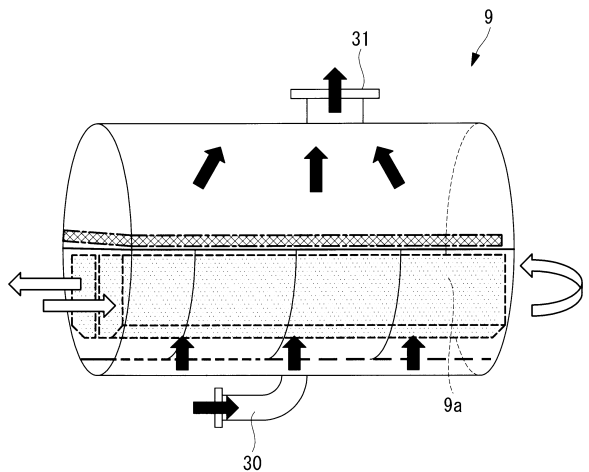
20

【 図 2 B 】



30

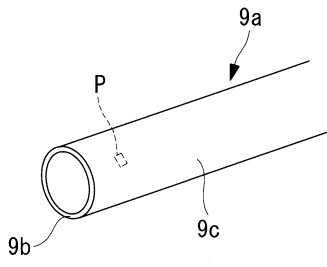
【 図 2 C 】



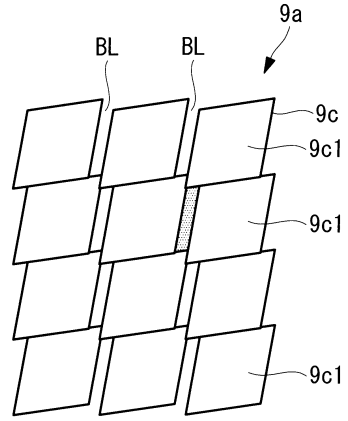
40

50

【図3A】

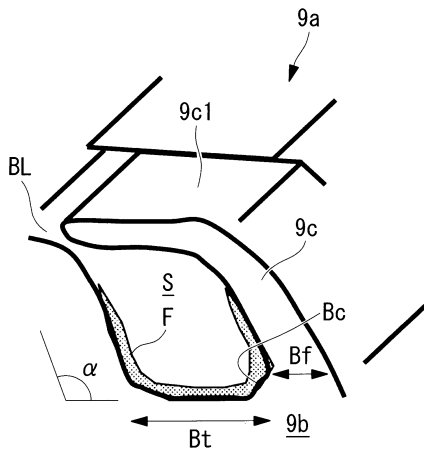


【図3B】

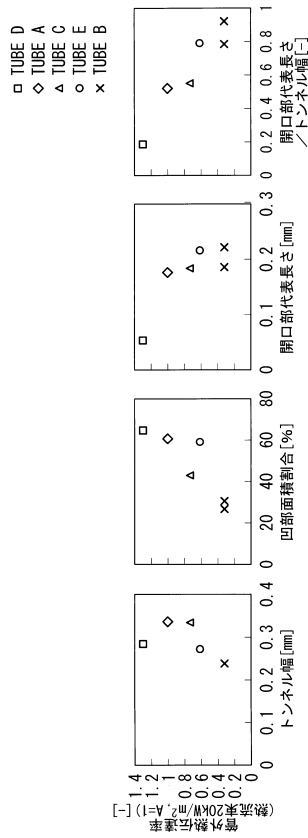


10

【図3C】



【図4】



20

30

40

50

フロントページの続き

- 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工サーマルシステムズ株式会社内
(72)発明者 梅野 良枝
- 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工サーマルシステムズ株式会社内
(72)発明者 清水 悠希
- 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工サーマルシステムズ株式会社内
(72)発明者 吉井 大智
- 東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 三菱重工業株式会社内
審査官 笹木 俊男
- (56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 2 3 4 2 9 0 (J P , A)
特開昭 5 2 - 0 0 9 1 6 0 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 0 0 4 5 6 2 (J P , A)
特開昭 5 9 - 0 8 4 0 9 5 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
F 2 5 B 3 9 / 0 2
F 2 8 F 1 / 1 2 ~ 1 / 4 4
F 2 8 F 1 3 / 0 2
F 2 8 F 1 3 / 1 8