

(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
2012 年 10 月 4 日(04.10.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/131771 A1

- (51) 国際特許分類:
F25B 1/053 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/001907
- (22) 国際出願日: 2011 年 3 月 30 日(30.03.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 川崎重工業株式会社(KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町 3 丁目 1 番 1 号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 阪井 直人(SAKAI, Naoto). 坂本 隼人(SAKAMOTO, Hayato). 山内 正史(YAMAUCHI, Masafumi).
- (74) 代理人: 特許業務法人 有古特許事務所(PATENT CORPORATE BODY ARCO PATENT OFFICE); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町 1 2 3 番地の 1 貿易ビル 3 階 Hyogo (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, 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 (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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

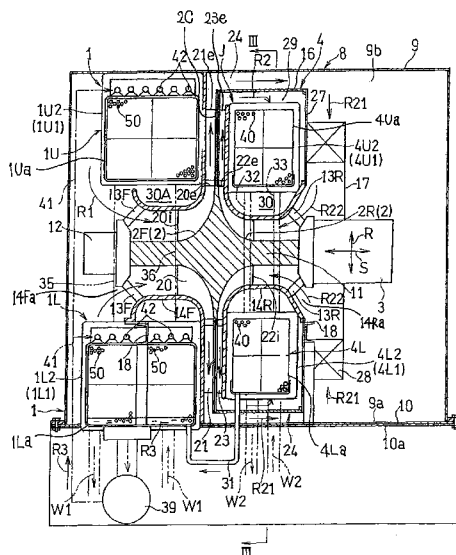
添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第 21 条(3))

(54) Title: CENTRIFUGAL CHILLER

(54) 発明の名称: ターボ冷凍機

[図2]



(57) Abstract: This centrifugal chiller is equipped with: a turbocompressor (2) that compresses a gas-phase refrigerant; a condenser (4) that condenses the gas-phase refrigerant compressed by the turbocompressor (2) and an evaporator that evaporates a liquid-phase refrigerant obtained in the condenser (4), and cools an object to be cooled with the heat of vaporization of the refrigerant. The evaporator (1) and/or the condenser (4) are of a straight tube form having a plurality of linear tubes that form refrigerant tubing, and neighbor the turbocompressor (2).

(57) 要約: 本発明に係るターボ冷凍機は、気相の冷媒を圧縮するターボ圧縮機(2)と、ターボ圧縮機(2)で圧縮された気相の冷媒を凝縮する凝縮器(4)と、凝縮器(4)で得られた液相の冷媒を蒸発させ、該冷媒の気化熱で冷却対象物を冷却する蒸発器(1)と、を備え、蒸発器(1)及び凝縮器(4)のうち少なくとも一方が、冷媒配管を形成する複数の直線状のチューブを有する直管形であり、かつ、ターボ圧縮機(2)と隣接して配置されている。

WO 2012/131771 A1

明 細 書

発明の名称：ターボ冷凍機

技術分野

[0001] 本発明は、気相の冷媒を圧縮するターボ圧縮機と、ターボ圧縮機で圧縮された気相の冷媒を凝縮する凝縮器と、凝縮器で得られた液相の冷媒を蒸発させ、該冷媒の気化熱で冷却対象物を冷却する蒸発器とを備えるターボ冷凍機に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、環境の保護のため、ターボ冷凍機の冷媒に、従来一般的なフロンなどの温室効果ガスに代えて、水が利用されることがある。このようなターボ冷凍機では、フロンに比べて沸点の高い水を蒸発させるために、圧縮機が低圧下で作動する。すると、冷媒の密度が下がって冷媒の体積流量が増加するので、ターボ冷凍機全体が従来よりも大型化する。水冷媒式のターボ冷凍機の大型化を極力抑制する目的で、冷媒が流れる配管を可能な限り小さくすることも考えられる。この場合、冷媒の流速の増加による圧力損失を防ぎ、ターボ冷凍機の性能の低下を抑制する必要がある。

[0003] 特許第4191477号公報は、水冷媒式のターボ冷凍機に適用され得る2段の遠心式圧縮機を開示している。各段の羽根車は、背面合わせに配置されている。圧縮機には、各羽根車から放射状に流出する冷媒を導くため、複数の第1段デフューザおよび複数の第2段デフューザが設けられている。各デフューザは、羽根車に連続しており、第1段デフューザおよび第2段デフューザは、周方向に交互に配置されている。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記文献に記載の圧縮機によれば、圧縮機及びこれに接続される配管が、極めて複雑な構成を有しているので、圧縮機及びその周辺構造についての製造コストが高くつく。

[0005] また、水はフロンに比べて高い熱伝導性を有するので、水冷媒式のターボ冷凍機を設計するに際し、凝縮器および蒸発器を圧縮機と同じ比率で大型化する必要はない。逆に言えば、圧縮機の大型化は、他の要素に比べて顕在化しがちである。すると、水冷媒式のターボ冷凍機の各要素のサイズを、要求される性能に合わせて従来一般的なフロン冷媒式のものから個別に変更し、個別に設計変更した各要素をフロン冷媒式のターボ冷凍機に倣って配置した場合、圧縮機の周囲に大きなデッドスペースが発生することとなる。また、圧縮機と蒸発器との間の接続配管、及び、圧縮機と凝縮器との接続配管が長大化することとなる。上記文献に記載の圧縮機においても、やはり圧縮機の羽根車の周囲に大きなデッドスペースが残っている。

[0006] 本発明は、ターボ冷凍機の性能を極力低下させることなく、圧縮機の構造を簡略化するとともにターボ冷凍機を小型化することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明に係るターボ冷凍機は、気相の冷媒を圧縮するターボ圧縮機と、前記ターボ圧縮機で圧縮された気相の冷媒を凝縮する凝縮器と、前記凝縮器で得られた液相の冷媒を蒸発させ、該冷媒の気化熱で冷却対象物を冷却する蒸発器と、を備え、前記蒸発器及び前記凝縮器のうち少なくとも一方が、冷媒配管を形成する複数の直線状のチューブを有する直管形であり、かつ、前記ターボ圧縮機と隣接して配置されている。ここで、「圧縮機に隣接」とは、軸方向および径方向において近接している状態をいい、好ましくは、径方向から見て一部または全部が圧縮機と重なっている状態、さらには、軸方向から見て径方向から見て一部または全部が圧縮機と重なっている状態である。

[0008] このターボ冷凍機によれば、蒸発器と凝縮器の少なくとも一方が、圧縮機に隣接しており、圧縮機の周囲の近傍位置に配置される。このため、圧縮機と蒸発器または／および凝縮器との間で、気相の冷媒を、長い接続配管を介することなく、直接的にかつ円滑に移送することができる。これにより、圧縮機及びその周辺構造を簡略化することができる。圧縮機と蒸発器および／

または凝縮器との間で移送される冷媒の圧力損失が極力小さくなるので、ターボ冷凍機の効率の低下を抑制できる。また、圧縮機の周囲に蒸発器または／および凝縮器を設けることができるので、デッドスペースの有効活用によりターボ冷凍機全体を小型化することができる。しかも、蒸発器または／および凝縮器が直管形であるので、圧縮機の外形に対応して長さ方向に円形状に湾曲したチューブを用いる場合に比べて、製作が容易であり、保守に際して内蔵チューブの交換及び洗浄を容易に行うことができる。

[0009] 前記圧縮機の出口が、前記ターボ圧縮機の軸方向から見て略四角形状であり、前記凝縮器が、前記直管形であり、かつ、前記ターボ圧縮機と隣接して配置されていることが好ましい。この構成によれば、圧縮機の略四角形の出口の辺に平行な凝縮器を配置することが可能となり、それにより、圧縮機の出口から流出した気相の冷媒が凝縮器に凝縮器の全体にわたって均等に流入する。このため、凝縮器の効率が向上する。また、凝縮器が、圧縮機と軸方向から見ても径方向から見ても重なっているから、圧縮機の周囲のスペースを有効利用して凝縮器を配置できる。さらに、圧縮機から流出する気相の冷媒を、スクロールおよび長い接続配管を介することなく、直接的に凝縮器に供給することができる。このように、既存のターボ冷凍機に設けられているスクロールおよび接続配管が共に不要となるので、構造が簡略化されるとともに、スクロールおよび接続配管による圧力損失がなくなる。

[0010] 前記ターボ圧縮機が、圧縮機前段及び圧縮機後段を有した２段遠心式ターボ圧縮機であり、冷媒が、前記圧縮機前段から前記圧縮機後段へと中間通路を介して導かれ、前記凝縮器が、前記中間通路と前記圧縮機後段との間に配置されていることが好ましい。この構成によれば、圧縮機後段から放射状に流出する気相の冷媒を、中間通路を横切ることなく凝縮器に供給することができる。

[0011] 前記圧縮機前段及び前記圧縮機後段が、背面合わせに設けられており、前記蒸発器及び凝縮器が、前記ターボ圧縮機の軸方向において前記圧縮機前段のデフューザと前記圧縮機後段のデフューザとを挟むようにして、かつ、互

いに対向するようにして配置されていることが好ましい。この構成によれば、圧縮機の軸方向両側に蒸発器と凝縮器とをバランスよく配置できるので、ターボ冷凍機がコンパクトな構成となる。

[0012] 前記圧縮機前段から前記圧縮機後段へと導かれる冷媒を冷却するための中間冷却器を更に備え、前記圧縮機前段が前記圧縮機後段よりも前記ターボ圧縮機の軸方向の一側に配置され、前記圧縮機後段は、前記ターボ圧縮機の軸方向において前記圧縮機前段よりも他側に配置され、前記中間冷却器は、前記ターボ圧縮機の軸方向において前記凝縮器よりも前記他側に配置されていることが好ましい。この構成によれば、圧縮機前段で圧縮されて温度が上昇した気相の冷媒が、中間冷却器で冷却されたのちに圧縮機後段に供給されるので、圧縮機の圧縮効率が向上する。また、好ましくは、中間冷却器を圧縮機と同心状の形状にすることもでき、そうすれば、コンパクトに配置できる。

[0013] 前記蒸発器が、前記直管形であり、かつ、前記ターボ圧縮機の軸方向から見ても径方向から見ても少なくとも部分的に重なっていることが好ましい。この構成によれば、圧縮機の周囲のスペースを有効利用して蒸発器を配置できる。また、蒸発器から流出する気相の冷媒を、接続配管を介することなく、直接的に円滑に圧縮機に供給できる。このように、接続配管が不要となる結果、構造が簡略化されるとともに、接続配管による圧力損失がなくなる。

[0014] 前記ターボ圧縮機を駆動する駆動機を更に備え、前記蒸発器及び前記駆動機が、前記ターボ圧縮機の軸線方向において互いに反対側に配置されていることが好ましい。この構成によれば、駆動機の発生熱によって蒸発器が熱せられるのを防止することができる。

[0015] 少なくとも前記蒸発器、前記ターボ圧縮機及び前記凝縮器を収納するハウジングを更に備えることが好ましい。前述のとおり、接続配管を省略できるから、蒸発器、圧縮機および凝縮器をハウジング内に収納することが可能となり、コンパクトな構造となる。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、ターボ冷凍機の性能を極力低下させることなく、圧縮機の構造を簡略化するとともにターボ冷凍機を小型化することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の第1実施形態に係るターボ冷凍機を示す概略構成図である。

[図2]図1に示すターボ冷凍機を示す縦断面図である。

[図3]図2のIII-III線に沿って切断して示す断面図である。

[図4]図3に示すターボ冷凍機の凝縮器を示す斜視図である。

[図5]本発明の第2実施形態に係るターボ冷凍機を示す縦断面図である。

[図6]本発明の第3実施形態に係るターボ冷凍機を示す縦断面図である。

[図7]本発明の第4実施形態に係るターボ冷凍機の凝縮器を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の好ましい実施形態について図面を参照しながら詳細に説明する。図1は本発明の第1実施形態に係るターボ冷凍機を示す概略構成図である。まず、図1を参照してターボ冷凍機の作動原理について説明する。図1に示すように、ターボ冷凍機は、蒸発器1、ターボ圧縮機2、駆動機3、凝縮器4、伝熱管5及び冷却管6を備えている。冷媒は、蒸発器1、ターボ圧縮機2（以下、単に圧縮機という）及び凝縮器4をこの順で通過し、蒸発器1に戻る。駆動機3は、例えば電動モータであり、圧縮機2を回転駆動する。伝熱管5は、冷却対象物（以下、冷水という）W1を通流させるための配管であり、蒸発器1の内部を通り抜けている。冷却管6は、廃熱対象物（以下、冷却水という）W2を通流させるための配管であり、凝縮器4の内部を通り抜けている。

[0019] 蒸発器1は、その内底部に液状の冷媒R3を溜めることができる。蒸発器1には、ポンプ39、汲上げ管41及び噴霧管42が設けられている。汲上げ管41は、蒸発器1の内底部から蒸発器1の内上部へと延びている。噴霧管42は、蒸発器1の内上部に配置され、汲上げ管41と連通している。ポンプ39が動作すると、蒸発器1の内底部に溜められた液状の冷媒R3が、

汲上げ管 4 1 を介して噴霧管 4 2 に導かれ、噴霧管 4 2 から伝熱管 5 に向けて散布され、蒸発器 1 内で蒸発する。一方、冷媒 R 3 の気化熱は、伝熱管 5 内を流れる冷水 W 1 から奪われ、これにより、冷水 W 1 が冷却される。圧縮機 2 は、蒸発器 1 内の蒸気冷媒 R 1 を吸入して圧縮し、昇圧された蒸気冷媒 R 2 を凝縮器 4 に送り込む。高圧の蒸気冷媒 R 2 は、凝縮器 4 の内部で冷却管 6 内を流れる冷却水 W 2 に対し熱放散を行い、液状冷媒 R 3 となる。液状冷媒 R 3 は、戻り管 3 1 を介して蒸発器 1 の内底部に戻る。

[0020] このターボ冷凍機では、水が冷媒に用いられる。水の沸点は、従来一般的に冷媒に用いられていたフロンの沸点よりも高い。よって、圧縮機 2 は負圧下で作動し、圧縮機 2 の入口圧及び出口圧は、例えば 1 / 100 気圧及び 1 / 10 気圧にそれぞれ設定される。したがって、冷媒の密度が下がって体積流量が増加するので、このターボ冷凍機は、従来一般的なターボ冷凍機に比べて大型化する。なお、伝熱管 5 内の冷水 W 1 は、例えば、蒸発器 1 で 12 °C から 7 °C に冷却された後、ビルディングの室内冷房に用いられることができる。冷却管 6 内の冷却水 W 2 は、例えば、凝縮器 4 で蒸気冷媒 R 2 から熱を奪って 32 °C から 37 °C に加熱された後、冷却塔（図示せず）に送られる。

[0021] 図 2 は、図 1 に示すターボ冷凍機を示す縦断面図である。図 3 は、図 2 の I-I 線に沿って切断して示すターボ冷凍機の断面図である。以下の説明における方向は、図 2 の紙面左側を前、紙面右側を後、紙面上側を上、紙面下側を下とした概念を基準とする。図 2 に示すように、ターボ冷凍機は、外装体であるハウジング 8 を備えている。ハウジング 8 は、直方体状のハウジング本体 9 と、ハウジング本体 9 を載置して固定する基台 10 とを有している。ハウジング 8（より限定的に言えばハウジング本体 9）は、蒸発器 1、圧縮機 2 および凝縮器 4 を含む主要な構成要素を収納している。ハウジング 8 が水平に設置されたときには、圧縮機 2 の軸方向 S が、前後方向に水平に向けられ、蒸発器 1 が、圧縮機 2 の軸方向 S の一側（前側）に配置され、凝縮器 4 が、圧縮機 2 の軸方向 S の他側（後側）に配置される。

- [0022] 圧縮機 2 は、圧縮機前段 2 F と圧縮機後段 2 R とを有した 2 段の遠心式圧縮機である。圧縮機前段 2 F および圧縮機後段 2 R は、軸方向 S に並ぶように配置されており、圧縮機前段 2 F は、圧縮機後段 2 R から見て軸方向 S の一側に配置されている。
- [0023] 圧縮機前段 2 F は、前段羽根車 2 O と、圧縮機 2 の径方向 R の外方に前段羽根車 2 O と同心上に配置された前段デフューザ 2 1 とを備える。圧縮機後段 2 R も、圧縮機前段 2 F と同様構成の後段羽根車 2 2 及び後段デフューザ 2 3 を備えている。
- [0024] 圧縮機前段 2 F と圧縮機後段 2 R は、回転軸 1 1 上に背面合わせに配置されている。軸方向 S の中間において、隔壁 2 C が径方向 R に延びるようにして設けられており、前段デフューザ 2 1 と後段デフューザ 2 3 とが、隔壁 2 C を介して軸方向 S に隣り合っている。前段羽根車 2 O は、隔壁 2 C および前段デフューザ 2 1 から見て前側に設けられ、後段羽根車 2 2 は、隔壁 2 C および後段デフューザ 2 3 から見て後側（つまり、軸方向 S において前段羽根車 2 O が配置される側とは反対側）に設けられている。このようにして、圧縮機前段 2 F および圧縮機後段 2 R は、隔壁 2 C を基準にして略対称に、つまり、背面合わせに配置される。
- [0025] 圧縮機 2 は、圧縮機前段 2 F を構成する前段ケーシング 1 4 F と、圧縮機後段 2 R を構成する後段ケーシング 1 4 R とを有している。前段ケーシング 1 4 F 及び後側ケーシング 1 4 R は、漏斗状に形成され、また、隔壁 2 C を基準にしてほぼ対称に配置されている。前段ケーシング 1 4 F は、前端部から前段羽根車 2 O の外周縁に沿って後方へ延びた後、略直角に折れ曲がり、隔壁 2 C の前面と軸方向 S に対向しながら径方向外周側に向かって延びている。このようにして、前段ケーシング 1 4 F は、前段羽根車 2 O を収容するとともに前段デフューザ 2 1 を隔壁 2 C と共に形成する。前段ケーシング 1 4 F の前端部は、軸方向 S から見て略円形状に開口し、冷媒を内部に流入させるための吸込み口 1 4 F a を成している。前段ケーシング 1 4 F を取り付けた状態にある圧縮機前段 2 F を外から見ると、吸込み口 1 4 F a が配置さ

れている側（前側）の径方向寸法が、前段デフューザ 21 が設けられている側と比べて小さい。このようなケーシング構造によれば、前段デフューザ 21 よりも軸方向 S の前側、かつ、前段羽根車 20 の外周縁よりも径方向 R の外周側に、スペースが形成されることとなる。後段ケーシング 14 R においても、後段デフューザ 23 よりも軸方向 S の後側、かつ後段羽根車 22 の外周縁よりも径方向 R の外周側に、同様のスペースが形成されることとなる。なお、符号 14 R a は、後部ケーシング 14 R の内部に冷媒を流入させるための吸込み口であり、吸込み口 14 R a は、後段ケーシング 14 R の後端部に形成される。

[0026] 前段ケーシング 14 F 及び後段ケーシング 14 R は、吸込み口側の端部において、基台 10 の上面の中央部に固定された支持台 18 に支持されている。他方、回転軸 11 の後端部には、駆動機 3 が設けられている。回転軸 11 の前端部には、回転軸 11 を回転可能に支持するための軸受 12 が設けられている。後段ケーシング 14 R の吸込み口 14 R a 側の端部は、ステー 13 R を介して駆動機 3 を支持している。前段ケーシング 14 F の吸込み口側の端部は、ステー 13 F を介して軸受 12 を保持している。なお、駆動機 3 は、鉛直に延びる後方端壁 17 を貫通している。

[0027] 蒸発器 1 および凝縮器 4 は、圧縮機 2 に隣接して配置されている。蒸発器 1 および凝縮器 4 は、軸方向 S に隣り合った前段デフューザ 21 及び後段デフューザ 23 を纏めて挟むようにして、軸方向 S に互いに対向している。

[0028] 蒸発器 1 は、上下一対の蒸発ユニット 1 L, 1 U を有している。上下一対の蒸発ユニット 1 L, 1 U は、小径となっている圧縮機前段 2 F の吸込み口 14 F a 側の端部（すなわち、圧縮機 2 全体のうち軸方向 S の一端部）を、上下に挟むようにして配置されている。上下一対の蒸発ユニット 1 L, 1 U は、前段ケーシング 14 F に支持されている。凝縮器 4 は、上下一対の凝縮ユニット 4 L, 4 U を有している。上下一対の凝縮ユニット 4 L, 4 U は、小径となっている圧縮機後段 2 R の吸込み口 14 R a 側の端部（すなわち、圧縮機 2 全体のうち軸方向 S の他端部）を、上下に挟むようにして配置され

ている。上下一対の凝縮ユニット４Ｌ，４Ｕは、後段ケーシング１４Ｒに支持されている。上部蒸発ユニット１Ｕと上部凝縮ユニット４Ｕは、回転軸１１よりも上側の領域内で、デフューザ２１，２３を軸方向Ｓに挟むようにして配置されている。下部蒸発ユニット１Ｌと下部凝縮ユニット４Ｌは、回転軸１１よりも下側の領域内で、デフューザ２１，２３を軸方向Ｓに挟むようにして配置されている。凝縮器４内で液化した液状冷媒Ｒ３は、戻り管３１を介して蒸発器１の下部蒸発ユニット１Ｌに供給される。ポンプ３９が動作すると、下部蒸発ユニット１Ｌの内底部に溜められた液状冷媒Ｒ３が、汲上げ管４１を介し、上部蒸発ユニット１Ｕ内の噴霧管４２、および、下部蒸発ユニット１Ｌ内の噴霧管４２に送られる。

[0029] 電動機３が動作すると、蒸発器１からの蒸気冷媒Ｒ１は、圧縮機前段２Ｆの吸込み口１４Ｆａから圧縮機前段２Ｆに流入する。流入した蒸気冷媒Ｒ２１は、インペラ入口２０ｉから回転軸１１の軸方向Ｓに沿って後側に向けて吸い込まれていき、径方向外側に向けて流動し、インペラ出口２０ｅから流出する。前段羽根車２０から流出した蒸気冷媒Ｒ２１は、インペラ出口２０ｅから連続する前段デフューザ２１に沿って径方向外側に向けて流れ、デフューザ出口２１ｅから流出する。圧縮機前段２Ｆから流出した蒸気冷媒Ｒ１は、前段デフューザ２１から連続する中間通路２４に沿って、圧縮機後段２Ｒの吸込み口１４Ｒａへと導かれる。

[0030] デフューザ出口２１ｅは、軸方向Ｒから見て略四角形（図示例では正方形）状に形成されている（図３参照）。中間通路２４の前半部は、デフューザ出口２１ｅに連続しており、デフューザ出口２１ｅと同一形状に形成された通路内壁１６とハウジング本体９の底板９ａおよび３方の周壁９ｂとに取り囲まれることで形成されている。通路内壁１６の後端部と後段ケーシング１４Ｒの吸込み口１４Ｒａとの間には、鉛直方向に延びる中間壁２７が取り付けられている（図２参照）。中間壁２７の後方には、後方端壁１７が中間壁２７と略平行に設けられている。中間通路２４の後半部は、これら中間壁２７と後方端壁１７との間に取り囲まれることによって形成されている。なお

、電動機 3 は、この後方端壁 17 を貫通するようにして配置されている。中間壁 27 と後方端壁 17 との間には、中間冷却器 28 が配置されている。蒸気冷媒 R 21 は、中間通路 24 を通る過程で中間冷却器 28 によって冷却される。

[0031] 中間冷却器 28 から流出した蒸気冷媒 R 22 は、圧縮機後段 2R の吸込み口 14Ra から圧縮機後段 2R に流入する。流入した蒸気冷媒 R 22 は、インペラ入口 22i から回転軸 11 の軸方向 S に沿って前側に向けて吸い込まれていき、径方向外側に向けて流動し、インペラ出口 22e から流出する。後段羽根車 22 から流出した蒸気冷媒 R 2 は、インペラ出口 22e から連続する後段デフューザ 23 に沿って径方向外側に向けて流れ、デフューザ出口 23e から流出する。圧縮機後段 2R から流出した蒸気冷媒 R 2 は、デフューザ出口 23e から連続する出口通路 29 に沿って、凝縮器 4 へと導かれる。

[0032] このデフューザ出口 23e も、軸方向 S から見て略四角形状に形成されている（図 3 参照）。他方、凝縮器 4 は、後段ケーシング 14R、通路内壁 16 および中間壁 27 の間に設けられた空間 30 内に配置されている（図 2 参照）。出口通路 29 は、デフューザ出口 23e から流出した蒸気冷媒 R 2 を凝縮器 4 に流入させるよう、通路内壁 16 と凝縮ユニット 4L、4U との間に形成されている。下部凝縮ユニット 4L および上部凝縮ユニット 4U は、デフューザ出口 23e の水平な上下辺に沿って平行に延びるように水平に配置されている。

[0033] 凝縮器 4 が前記空間 30 内に配置されたことで、凝縮器 4 の全体が、圧縮機 2 に対し軸方向 S から見ても、径方向 R から見ても、圧縮機 2 と重なっている。凝縮器 4 において液状となった冷媒 R 3 は、戻り管 31 を通って蒸発器 1 に戻る。戻り管 31 は、ハウジング本体 9 の底板 9a および基台 10 の上面を形成する台板 10a を貫通し、中空の基台 10 内部を通り抜け、凝縮器 4 と蒸発器 1 とを連通している。なお、戻り管 31 は、ハウジング 8 の外部を通るように配置してもよい。

[0034] 図4は、図3に示すターボ冷凍機の凝縮器4を示す斜視図である。下部凝縮ユニット4Lは、直管形である。つまり、下部凝縮ユニット4Lは、直管形状の下部凝縮器本体4Laと、下部凝縮器本体4Laの両端部に設けられた一对の下部冷却水ヘッダ4L1、4L2と、下部凝縮器本体4Laの内部を水平方向に延びて下部冷却水ヘッダ4L1、4L2同士を接続する多数の直線状チューブ40とを有している。下部凝縮器本体4Laは、断面視において、矩形枠形状を有している。また、下部凝縮器本体4Laの内部空間は複数（図示例では4つ）に区画されており、下部凝縮器本体4Laは、断面視において格子形状を有している。なお、一对の下部冷却水ヘッダ4L1、4L2は、同一水平面上に配置されていてもよい。上部凝縮ユニット4Uも、同様に直管形であり、上部凝縮器本体4Ua、一对の上部冷却水ヘッダ4U1、4U2、及び、多数の直線状のチューブ40を有している。左側の下部冷却水ヘッダ4L1と左側の上部冷却水ヘッダ4U1とは、2本の連結チューブ32、33で連結されている。

[0035] 下部凝縮ユニット4Lおよび上部凝縮ユニット4Uは4つに区分されている。すなわち、一对の下部冷却水ヘッダ4L1、4L2の内部は、4つの空間S1～S4に仕切られている。これに応じて、チューブ40も、左右に対向する空間同士を接続する4つのチューブ群C1～C4に区分されている。また、左側の上下の冷却水ヘッダ4L1、4U1における相対向する2つの空間S2、S1が連結チューブ32により連通されており、他の2つの空間S3、S4が連結チューブ33により連通されている。さらに、図4の左側の下部冷却水ヘッダ4L1の下部の二つの空間S1、S4には冷却水流入管34および冷却水流出管38が接続されている。

[0036] 凝縮器4によれば、冷却水流入管34から下部凝縮ユニット4Lの左側の下部冷却水ヘッダ4L1の第1空間S1に流入した冷却水W2が、第1チューブ群C1を通して右側の下部冷却水ヘッダ4L2の第1空間S1に流れ、この第1空間S1から第2空間S2に入ったのちに、第2チューブ群C2を通して下部冷却水ヘッダ4L1の第2空間S2に流入する。この第2空間S

2の冷却水W2は、連結管32を通過して上部凝縮ユニット4Uの左側の上部冷却水ヘッダ4U1の第1空間S1内に流入したのち、第1チューブ群C1を通過して右側の上部冷却水ヘッダ4U2の第1空間S1に流入する。

[0037] 上部冷却水ヘッダ4U2の第1空間S1に流入した冷却水W2は、第2空間S2から第2チューブ群C2を通過して上部凝冷却水ヘッダ4U1へ戻り、上部冷却水ヘッダ4U1の第2空間S2から第3空間S3に入り、第3チューブ群C3を通過して上部冷却水ヘッダ4U2の第3空間S4に流入し、第4空間S4から第4チューブ群C4を通過して上部冷却水ヘッダ4U1の第4空間S4に戻る。冷却水W2はさらに、連結チューブ33を通過して下部凝縮ユニット4Lの下部冷却水ヘッダ4L1の第3空間S4に入り、第3チューブ群C3を通過して下部冷却水ヘッダ4L2の第3空間S4に流入し、さらに第4空間S4および第4チューブ群C4を通過して下部冷却水ヘッダ4L1の第4空間S4に戻ったのち、冷却水流出管38から流出する。このように、冷却水W2がチューブ群C1～C4を順次流れる際に、図2の圧縮機2から供給される蒸気冷媒R2から熱を奪って、蒸気冷媒R2を液状冷媒R3とする。

[0038] 蒸発器1も、凝縮器4と同様の直管形構造を有している。図2に示すように、上部蒸発ユニット1Uは、上部蒸発器本体1Uaの両端に設けられたヘッダ1U1、1U2を水平に延びる多数のチューブ50によって接続してなる。下部蒸発ユニット1Lも、下部蒸発器本体1Laの両端に設けられたヘッダ1L1、1L2を水平に延びる多数のチューブ50によって接続してなる。そして、一端の上下ヘッダ間が連結管35、36で接続されている。また、蒸発器1の前部を除いた一部も、前段羽根車20と前段デフューザ21とからなる圧縮機前段2Fと軸方向Sおよび径方向Rから見て重なっている箇所が存在する空間30Aに配置されている。

[0039] この実施形態では蒸発器1および凝縮器4を2分割としたが、それぞれ4分割して、四角形の上下辺に加えて、左右辺に平行に配置してもよい。

[0040] 図2を参照すると、凝縮器4は、圧縮機後段2Rの外側（後段ケーシング

13 Rの外側)において、圧縮機後段2 Rと隣接して配置されており、圧縮機後段2 Rの後段羽根車2 2の径方向外側の近傍位置に配置されている。更には言えば、凝縮器4は、軸方向Sから見ても径方向Rから見ても圧縮機後段2 Rと重なる位置に配置されている。このため、圧縮機2の後段羽根車2 2から流出する蒸気冷媒R 2を、後段デフューザ2 3から直接的にかつ円滑に凝縮器4に導くことができる。これにより、従来の2段遠心式の圧縮機の圧縮機後段から流出する冷媒R 2を集めるためのスクロールおよび集めた蒸気冷媒を凝縮器へ導く長い接続配管が共に不要となる。その結果、構造が簡略化されるとともに、スクロールおよび接続配管で生じていた圧力損失がなくなるので、冷凍機の効率の低下を抑制できる。

[0041] また、圧縮機後段2 Rの後段羽根車2 2の径方向外側の近傍位置は、従来のターボ冷凍機において大きなデッドスペースとなっていたので、この場所を凝縮器4の設置箇所に活用することで、省スペース化により、冷凍機全体の小形化を図ることができる。特に、このターボ冷凍機は、冷媒として沸点の高い水を用いているので、負圧条件下で低圧作動となり密度が小さくなるため、比較的直径の大きな羽根車2 0, 2 2を持つ圧縮機2を用いる必要があるから、後段羽根車2 2と後段デフューザ2 3とからなる圧縮機後段2 Rの外側には大きなスペースが存在している。この大きなスペースとなる空間3 0を有効利用して凝縮器4を容易に設置することができる。

[0042] なお、この実施形態では、凝縮器4の全体が軸方向Sから見ても径方向Rから見ても圧縮機後段2 Rと重なった配置となっている。しかし、これは一例であり、径方向Rの重なり合いについては、凝縮器4の一部が、径方向Rから見て圧縮機後段2 Rと重なっていてもよい。例えば、凝縮器4の軸方向後部(図2の右方)が、径方向から見ても圧縮機後段2 Rと重なっていなくてもよい。

[0043] また、このターボ冷凍機では、軸方向Sから見ても径方向Rから見ても重なる箇所に、大きな空間3 0 Aが設けられている。蒸発器1は、この空間3 0 Aを有効利用して設置されている。蒸発器1の前部は、径方向Rから見て

圧縮機前段 2 F と重ならないものの、蒸発器 1 の略全体が、径方向 R から見て圧縮機前段 2 F と重なるように、蒸発器 1 の全体が軸方向 S から見て圧縮機前段 2 F と重なるように配置されている。勿論、蒸発器 1 の全体を圧縮機前段 2 F と軸方向 S および径方向 R から見て重なるように配置してもよい。

[0044] 圧縮機前段 2 F のデフューザ出口 2 1 e に連続する中間通路 2 4 と、後段ケーシング 1 4 R とで囲まれた空間 3 0 に凝縮器 4 が配置されているので、圧縮機後段 2 R から軸方向後方に流出する蒸気冷媒 R 2 を、中間通路 2 4 を横切ることなく凝縮器 4 に供給することができる。したがって、圧縮機後段 2 R と凝縮器 4 とを接続する出口通路 2 9 が短く、かつ簡単な形状となる。

[0045] 圧縮機前段 2 F で圧縮されて温度が上昇した蒸気冷媒 R 2 1 が、中間冷却器 2 8 で冷却されたのちに圧縮機後段 2 R に供給されるので、圧縮機 2 の圧縮効率が向上する。さらに、前述のとおり、スクロールや接続配管が不要となるので、蒸発器 1、圧縮機 2 および凝縮器 4 を含む主要な構成要素をハウジング 8 内に収納することが可能となり、コンパクトな構造となる。しかも、直線状のチューブ 4 0、5 0 を有する直管形の凝縮器 4 および蒸発器 1 は、配管を圧縮機の外形に対応した複数の円形状のチューブで構成する場合に比べて、製作が容易であり、安価になるとともに、保守に際してチューブ 4 0、5 0 の交換が容易に行える利点がある。

[0046] また、このターボ冷凍機は、図 2 に明示するように、凝縮器 4 を直管形としたのに伴って圧縮機後段 2 R の出口 2 3 e を軸方向 S から見て四角形にして、その 2 辺に平行に下部凝縮ユニット 4 L および上部凝縮ユニット 4 U を配置したので、圧縮機後段 2 R の出口を円形とした場合と異なり、この四角形の出口 2 3 e から流出した蒸気冷媒 R 2 は、凝縮器 4 内の全体にわたり均等に流入する。このため、チューブ 4 0 内を流れる冷却水 W 2 に対する蒸気冷媒 R 2 の熱放散が効率的に行われる。

[0047] 図 5 は本発明の第 2 実施形態に係るターボ冷凍機を示し、同図において、第 1 実施形態と同一または相当するものに同一の符号を付して、重複する説明を省略する。このターボ冷凍機は、ハウジング 8 A を形成する直方体形状

のハウジング本体 9 A の開口部が蓋体 4 5 で密閉された構成になっており、圧縮機前段 2 F および圧縮後段 2 R の各羽根車 2 0, 2 2 が同じ向きとなる直列配置で設けられた 2 段遠心式の圧縮機 4 9 を備えている。蒸発器 1 は圧縮機 4 9 の前側（図 5 の右側）に配置され、直管形の下部蒸発ユニット 1 L と上部蒸発ユニット 1 U からなる。下部蒸発ユニット 1 L と上部蒸発ユニット 1 U の間に電動モータ 3 が配置されている。

[0048] 前段羽根車 2 0 から前段デフューザ 2 1 を通った冷媒蒸気 R 2 1 は、180° の角度で折り返すクロスオーバー形状の中間通路 5 1 を通って後段羽根車 2 2 の入口に導かれる。凝縮器 4 は、圧縮機後段 2 R の後段羽根車 2 2 の径方向外側の近傍位置で、圧縮機後段 2 R に対し軸方向 S および径方向 R から見て共に重なった位置に配置されている。後段デフューザ 2 3 の出口 2 3 e、つまり圧縮機 2 の出口はやはり、軸方向 S から見て正方形となっており、その上下辺に平行に直管形の下部凝縮ユニット 4 L および上部凝縮ユニット 4 U が配置されている。

[0049] この構成によっても、後段羽根車 2 2 から流出する蒸気冷媒 R 2 を、スクロールおよび長い接続配管を介することなく直接的に、凝縮器 4 に供給できるので、スクロールおよび接続配管で生じていた圧力損失がなくなり、冷凍機の効率低下を抑制できる。また、後段羽根車 2 2 の周囲のスペースを有効利用して凝縮器 4 を設けることで、デッドスペースを無くして省スペース化を図ることができ、冷凍機全体の小形化を達成できる。

[0050] なお、この直列配置の圧縮機では、圧縮機前段 2 F と圧縮機後段 2 R が共に前方を向いているから、圧縮機前段 2 F と圧縮機後段 2 R とを接続する中間通路 5 1 と、圧縮機後段 2 R を凝縮器 4 に接続する通路とが交差するという、背面合わせの 2 段遠心圧縮機に存在する課題は、元来存在しない。

[0051] 図 6 は、本発明の第 3 実施形態に係るターボ冷凍機を示す。このターボ冷凍機は、単一の羽根車 5 3 とデフューザ 5 7 とを有するのみの単段遠心式の圧縮機 5 2 を備えたものである。直管形の凝縮器 4 は、圧縮機 5 2 の羽根車 5 3 の径方向外側で、圧縮機 5 2 に対し軸方向 S および径方向 R から見て共に

重なった位置に配置されている。直管形の蒸発器 1 は圧縮機 5 2 の前側に配置されている。したがって、このターボ冷凍機においても、蒸気冷媒 R 2 を、従来のスクロールおよび接続配管を介することなく直接的に凝縮器 4 に供給できるので、スクロールおよび接続配管で生じていた圧力損失がなくなり、冷凍機の効率低下を抑制できる。また、羽根車 5 3 の周囲のスペースを利用して凝縮器 4 を設けることで、デッドスペースを無くして省スペース化を図ることができ、冷凍機全体の小形化を達成できる。

[0052] 図 7 は本発明の第 4 実施形態のターボ冷凍機に用いる円筒状の凝縮器 5 8 を示す。この凝縮器 5 8 は、円筒状の一对の冷却水ヘッダ 5 8 A, 5 8 B を複数の直線状のチューブ 5 9 で連通した直管形である。この凝縮器 5 8 は、内部に圧縮機後段を収容する配置で設けることにより、第 1 ないし第 3 実施形態で説明としたと同様の効果を得ることができる。蒸発器もこれと同様な円筒状とすることができる。このような円筒状とすることにより、ハウジングを、圧縮機の外形に対応する円形の形状とすることができる。

[0053] なお、前述の各実施形態では、圧縮機 2, 4 9, 5 2 の回転軸 1 1 が水平方向の向きとなる横置きタイプを例示して説明したが、本発明は、圧縮機 2, 5 0, 5 2 の回転軸 1 1 が鉛直方向の向きとなる縦置きタイプにも適用することができる。また、圧縮機 2, 5 0, 5 2 を駆動する駆動機 3 は、ハウジング 8 の外部に設けるようにしてもよい。駆動機 3 と圧縮機 2, 5 0, 5 2 との間に増速機（ギヤ）を介設することもできる。

[0054] 本発明は、以上の実施形態で示した内容に限定されるものでなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で、種々の追加、変更または削除が可能であり、そのようなものも本発明の範囲内に含まれる。

請求の範囲

- [請求項1] 気相の冷媒を圧縮するターボ圧縮機と、
前記ターボ圧縮機で圧縮された気相の冷媒を凝縮する凝縮器と、
前記凝縮器で得られた液相の冷媒を蒸発させ、該冷媒の気化熱で冷却対象物を冷却する蒸発器と、を備え、
前記蒸発器及び前記凝縮器のうち少なくとも一方が、冷媒配管を形成する複数の直線状のチューブを有する直管形であり、かつ、前記ターボ圧縮機と隣接して配置されている、ターボ冷凍機。
- [請求項2] 前記圧縮機の出口が、前記圧縮機の軸線方向から見て略四角形状であり、前記凝縮器が、前記直管形であり、かつ、前記ターボ圧縮機と隣接して配置されている、請求項1に記載のターボ冷凍機。
- [請求項3] 前記ターボ圧縮機が、圧縮機前段及び圧縮機後段を有した2段遠心式ターボ圧縮機であり、冷媒が、前記圧縮機前段から前記圧縮機後段へと中間通路を介して導かれ、
前記凝縮器が、前記中間通路と前記圧縮機後段との間に配置されている、請求項2に記載のターボ冷凍機。
- [請求項4] 前記圧縮機前段及び前記圧縮機後段が、背面合わせに設けられており、
前記蒸発器及び凝縮器が、前記ターボ圧縮機の軸方向において前記圧縮機前段のデフューザと前記圧縮機後段のデフューザとを挟むようにして、かつ、互いに対向するようにして配置されている、請求項3に記載のターボ冷凍機。
- [請求項5] 前記圧縮機前段から前記圧縮機後段へと導かれる冷媒を冷却するための中間冷却器を更に備え、
前記圧縮機前段が前記圧縮機後段よりも前記ターボ圧縮機の軸方向の一側に配置され、前記圧縮機後段は、前記ターボ圧縮機の軸方向において前記圧縮機前段よりも他側に配置され、前記中間冷却器は、前記ターボ圧縮機の軸方向において前記凝縮器よりも前記他側に配置さ

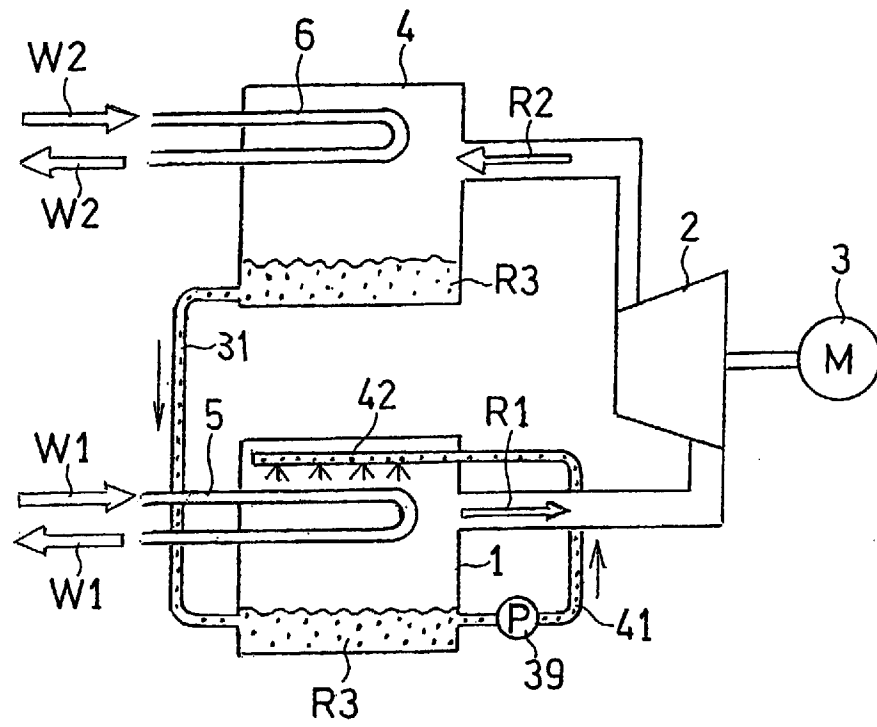
れている、請求項 3 に記載のターボ冷凍機。

[請求項 6] 前記蒸発器が、前記直管形であり、かつ、前記ターボ圧縮機の軸方向から見ても径方向から見ても少なくとも部分的に重なっている、請求項 1 に記載のターボ冷凍機。

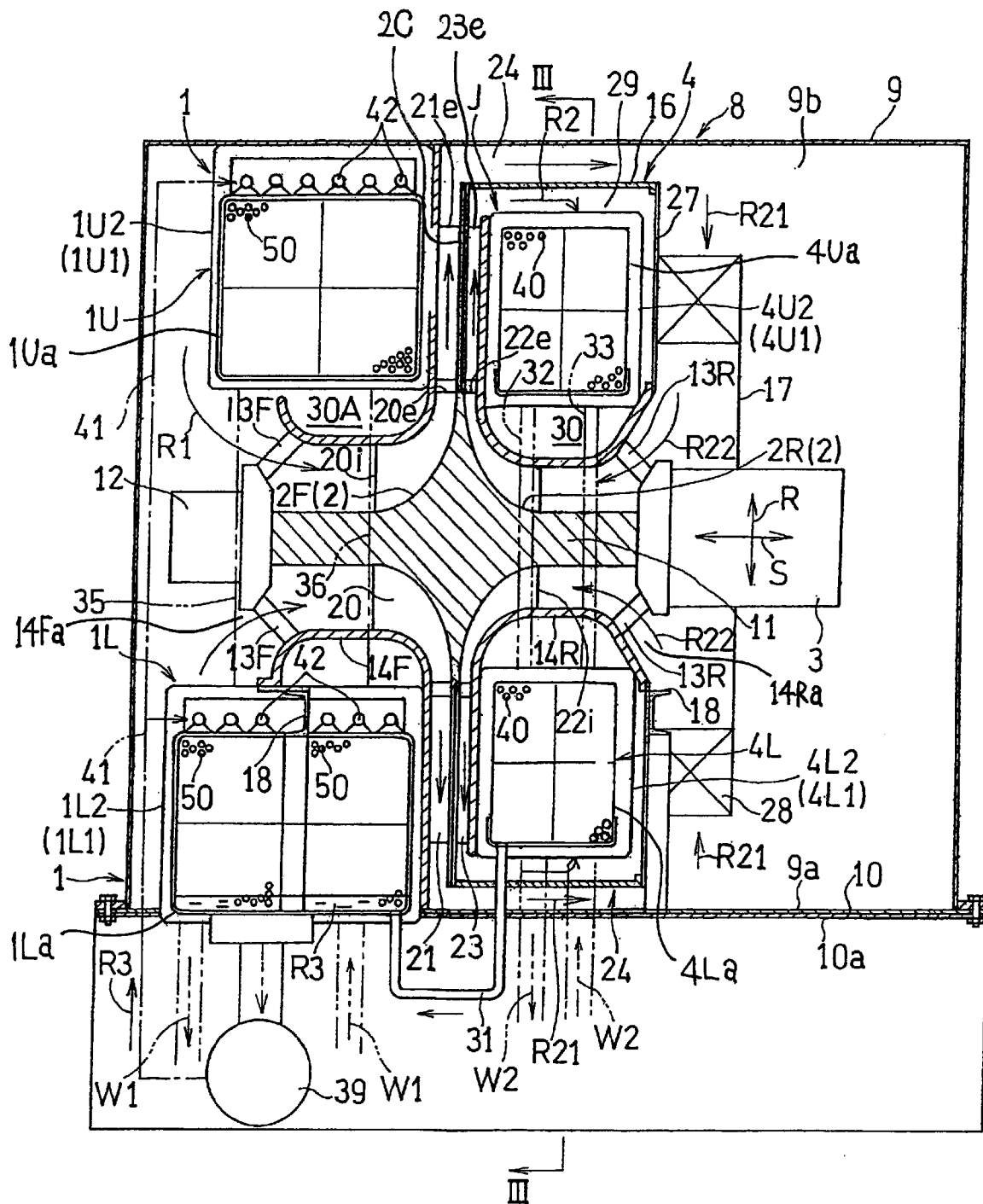
[請求項 7] 前記ターボ圧縮機を駆動する駆動機を更に備え、
前記蒸発器及び前記駆動機が、前記ターボ圧縮機の軸方向において互いに反対側に配置されている、請求項 1 に記載のターボ冷凍機。

[請求項 8] 少なくとも前記蒸発器、前記ターボ圧縮機及び前記凝縮器を収納するハウジングを更に備える、請求項 1 に記載のターボ冷凍機。

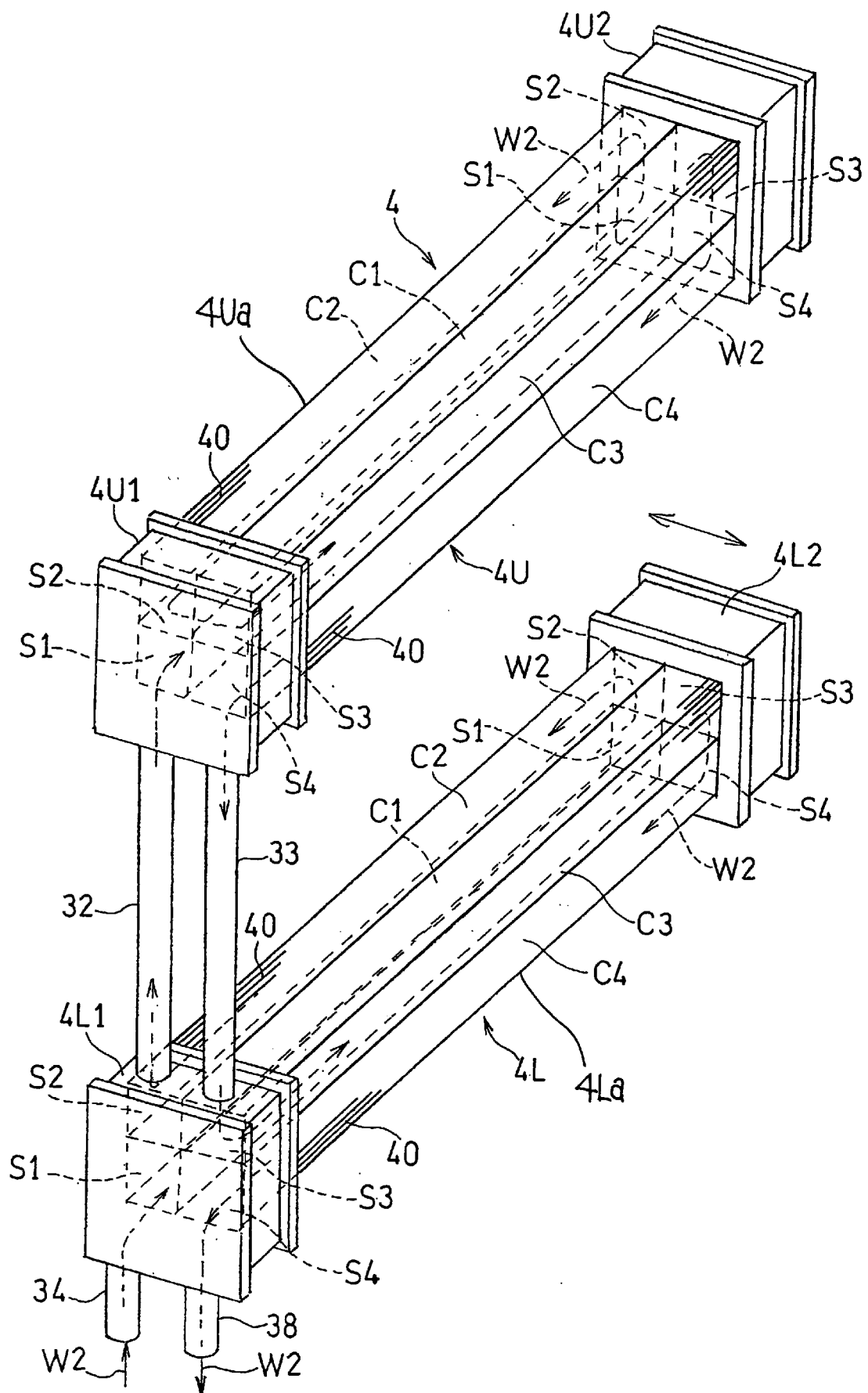
[図1]



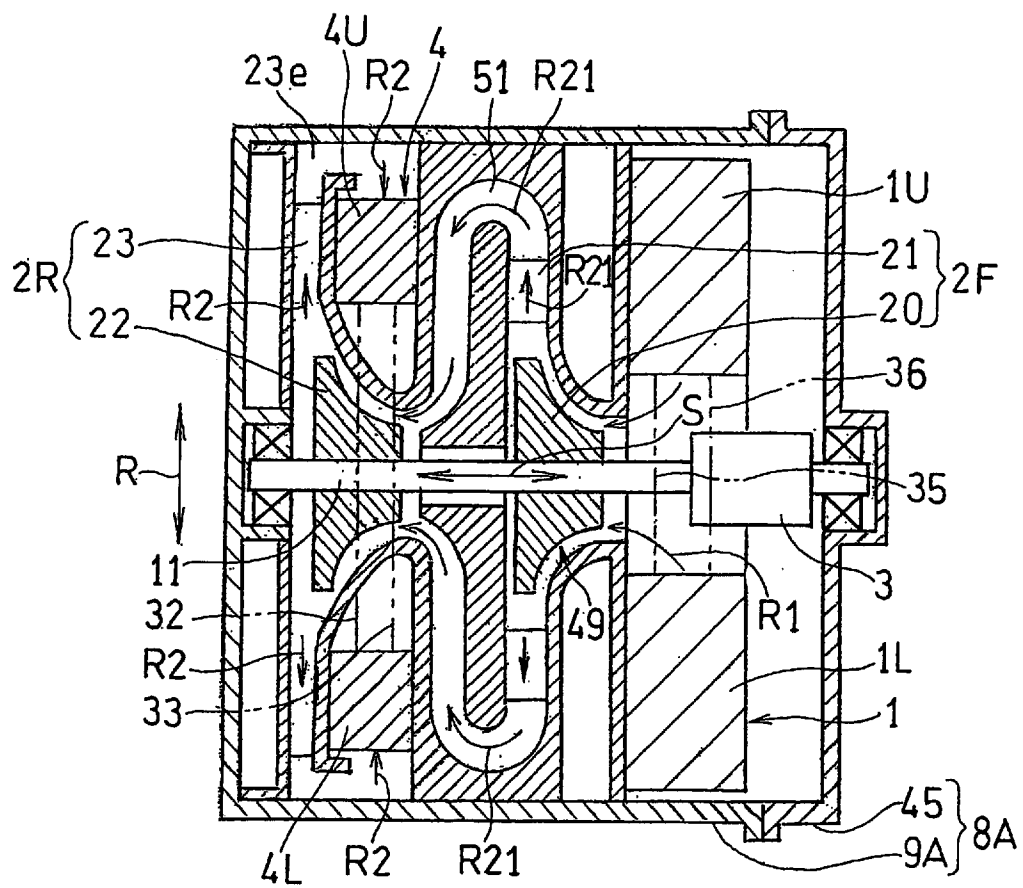
[図2]



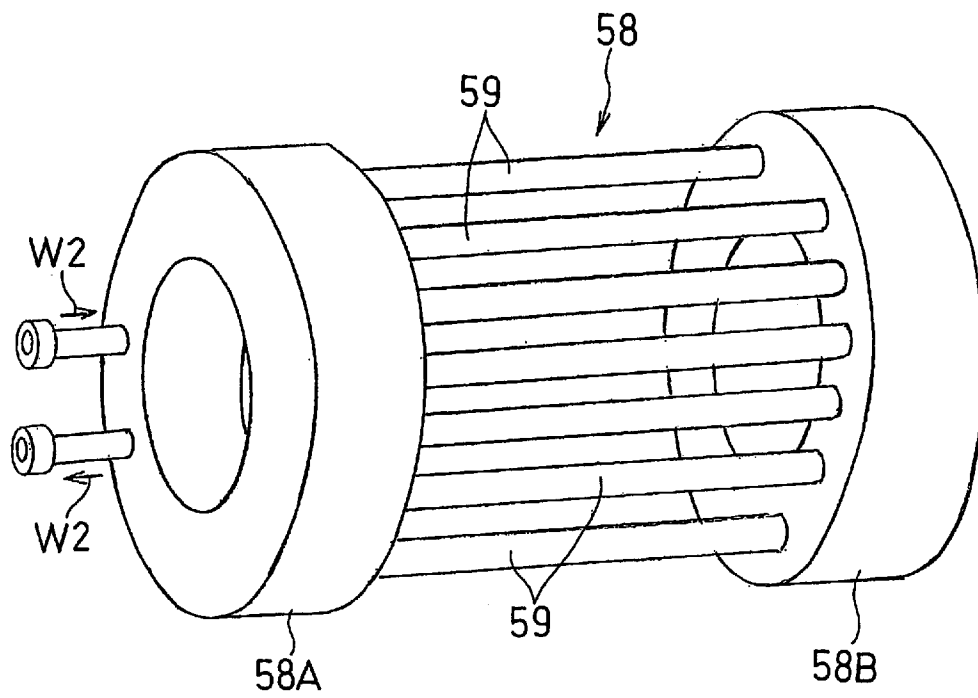
[図4]



[図5]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/001907

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F25B1/053 (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)

F25B1/053

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 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

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.
X	JP 64-67564 A (Hitachi, Ltd.), 14 March 1989 (14.03.1989), fig. 1 to 3; page 2, lower right column, line 15 to page 3, upper right column, line 16; page 3, lower right column, lines 6 to 9 (Family: none)	1, 2, 7, 8
X	FR 1285112 A (AMERICAN RADIATOR & STANDARD SANITARY CORP.), 16 February 1962 (16.02.1962), entire text; all drawings (Family: none)	1, 2, 7, 8



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

17 May, 2011 (17.05.11)

Date of mailing of the international search report

24 May, 2011 (24.05.11)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/001907

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3118290 A (P. A. WELLER), 21 January 1964 (21.01.1964), fig. 4 to 8; column 5, line 3 to column 6, line 3 (Family: none)	1, 2, 7
A	US 2151565 A (M. G. ROBINSON), 21 March 1939 (21.03.1939), entire text; all drawings (Family: none)	3-6, 8
A	US 2151564 A (M. G. ROBINSON), 21 March 1939 (21.03.1939), entire text; all drawings (Family: none)	6, 8
A	JP 52-1554 A (Hitachi, Ltd.), 07 January 1977 (07.01.1977), fig. 10 to 13; page 4, upper right column, line 17 to page 6, upper left column, line 1 & US 4125345 A & GB 1510019 A & DE 2541715 A1	3-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. F25B1/053(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（I P C）） Int.Cl. F25B1/053			
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 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 1 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 1 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 1 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	
X	JP 64-67564 A（株式会社日立製作所）1989.03.14, 第1－3図, 第2頁右下欄第15行－第3頁右上欄第16行, 第3頁右下欄第6－9行（ファミリーなし）	1, 2, 7, 8	
X	FR 1285112 A（AMERICAN RADIATOR & STANDARD SANITARY CORPORATION）1962.02.16, 全文, 全図（ファミリーなし）	1, 2, 7, 8	
X	US 3118290 A（P. A. WELLER）1964.01.21, 第4－8図, 第5欄第3行－第6欄第3行（ファミリーなし）	1, 2, 7	
☒ 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 1 7 . 0 5 . 2 0 1 1		国際調査報告の発送日 2 4 . 0 5 . 2 0 1 1	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号1 0 0 - 8 9 1 5 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） マキロイ 寛済 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 7 7	3 M 4 0 3 1

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	US 2151565 A (M. G. ROBINSON) 1939.03.21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	3-6, 8
A	US 2151564 A (M. G. ROBINSON) 1939.03.21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	6, 8
A	JP 52-1554 A (株式会社日立製作所) 1977.01.07, 第10-13図, 第4頁右上欄第17行-第6頁左上欄第1行 & US 4125345 A & GB 1510019 A & DE 2541715 A1	3-6