

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6603520号
(P6603520)

(45) 発行日 令和1年11月6日(2019.11.6)

(24) 登録日 令和1年10月18日(2019.10.18)

(51) Int.Cl.		F I			
FO1K	25/10	(2006.01)	FO1K	25/10	H
FO1K	27/02	(2006.01)	FO1K	27/02	Z
FO1D	25/18	(2006.01)	FO1D	25/18	A

請求項の数 7 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2015-176863 (P2015-176863)	(73) 特許権者	000222484
(22) 出願日	平成27年9月8日(2015.9.8)		株式会社ティラド
(65) 公開番号	特開2017-53254 (P2017-53254A)		東京都渋谷区代々木3丁目25番3号
(43) 公開日	平成29年3月16日(2017.3.16)	(74) 代理人	100082843
審査請求日	平成30年8月8日(2018.8.8)		弁理士 窪田 卓美
		(72) 発明者	吉野 靖
			東京都渋谷区代々木三丁目25番3号 株
			株式会社ティラド内
		(72) 発明者	小野 純
			東京都渋谷区代々木三丁目25番3号 株
			株式会社ティラド内
		審査官	齊藤 彬

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ランキンサイクル装置における潤滑方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

冷媒循環路(2)にポンプ(3)、蒸発器(4)、膨張機(5)および凝縮器(6)が設けられ、ポンプ(3)から蒸発器(4)に供給される高圧の液状冷媒が蒸発器(4)で熱媒との熱交換により高温高圧の冷媒蒸気となって膨張機(5)に供給され、膨張機(5)から流出する低温低圧の冷媒蒸気が凝縮器(6)を経てポンプ(3)に循環するように構成したランキンサイクル装置において、

冷媒循環路(2)を循環する冷媒に予め潤滑油を混合しておき、

蒸発器(4)内部に滞留した潤滑油に対しては、蒸発器(4)における冷媒の蒸発量を超える量の冷媒をポンプ(3)から蒸発器(4)に一時的に供給し、蒸発器(4)の液面を上昇させることによって、蒸発器(4)の液面付近に滞留した潤滑油を蒸発器(4)内部から膨張機(5)側の冷媒循環路(2)に排出し、

冷媒とともに潤滑油をランキンサイクル全体に循環させることを特徴とするランキンサイクル装置における潤滑方法。

【請求項2】

請求項1に記載の潤滑方法において、

蒸発器(4)における冷媒の蒸発量を超える量の冷媒をポンプ(3)から蒸発器(4)に間欠的に一定時間ずつ供給することによって、蒸発器(4)内部に滞留した潤滑油を蒸発器(4)内部から膨張機(5)側の冷媒循環路(2)に排出することを特徴とするランキンサイクル装置における潤滑方法。

【請求項 3】

冷媒循環路(2)にポンプ(3)、蒸発器(4)、膨張機(5)および凝縮器(6)が設けられ、ポンプ(3)から蒸発器(4)に供給される高圧の液状冷媒が蒸発器(4)で熱媒との熱交換により高温高圧の冷媒蒸気となって膨張機(5)に供給され、膨張機(5)から流出する低温低圧の冷媒蒸気が凝縮器(6)を経てポンプ(3)に循環するように構成したランキンサイクル装置において、

冷媒循環路(2)を循環する冷媒に予め潤滑油を混合しておき、

蒸発器(4)内部に滞留した潤滑油に対しては、蒸発器(4)における冷媒の蒸発量を超える量の冷媒をポンプ(3)から蒸発器(4)に連続的に供給し、蒸発器(4)の液面を上昇させることによって、蒸発器(4)の液面付近に滞留した潤滑油を蒸発器(4)内部から膨張機(5)側の冷媒循環路(2)に排出し、

冷媒とともに潤滑油をランキンサイクル全体に循環させることを特徴とするランキンサイクル装置における潤滑方法。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の潤滑方法において、

膨張機(5)及びポンプ(3)の回転部分を循環する潤滑油の混合量は冷媒に対して 5 ~ 20 重量%であり、

蒸発器(4)における冷媒の蒸発量に対し 1.05 ~ 1.20 倍の質量流量の潤滑油混合冷媒を連続的に蒸発器(4)に供給することを特徴とするランキンサイクル装置における潤滑方法。

【請求項 5】

請求項 3 に記載の潤滑方法において、

冷媒循環路(2)に膨張機(5)をバイパスするバイパス流路(11)を設け、

蒸発器(4)における冷媒の蒸発量を超える量の冷媒をポンプ(3)から蒸発器(4)に連続的に供給している際に、さらに一時的に冷媒の供給量を増加し、

その増加させている間は蒸発器(4)から流出する冷媒の流路を、膨張機(5)をバイパスするバイパス流路(11)に切り替えることを特徴とするランキンサイクル装置における潤滑方法。

【請求項 6】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の潤滑方法において、

蒸発器(4)内部の冷媒流路は、互いに独立した複数の小流路(4d)に区画されており、それらの小流路(4d)は蒸発器(4)の出口側に向かって形成されていることを特徴とするランキンサイクル装置における潤滑方法。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の潤滑方法において、

互いに独立した複数の小流路(4d)がストレートフィン(4c)により形成されていることを特徴とするランキンサイクル装置における潤滑方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、工場排熱等を熱媒とするランキンサイクル装置における潤滑方法に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車の排気ガスや、各種設備から排出する温水や蒸気などの熱エネルギーを回収し、電気エネルギー等に変換するためのランキンサイクル装置が知られている。

【0003】

特許文献 1 には、ランキンサイクル装置におけるポンプなどの回転部分に潤滑油を自動的に補給する技術が開示されている。特許文献 1 では冷媒循環路にオイル分離器を設け、回転部分から漏出した潤滑油をオイル分離器で分離回収してオイル貯蔵タンクに送り、貯蔵した潤滑油を適宜ポンプ等の回転部分に供給している。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-138684号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし特許文献1のような装置では、従来のシステムにオイル分離器、オイル貯蔵タンク、各回転部分への潤滑油供給路および供給ポンプ等が更に加わり、ランキンサイクル装置における構成機器が多くなり、システム全体が複雑化してコストも増大するという問題がある。

10

【0006】

そこで、本発明はこのような問題を解決することを課題とし、装置構成の複雑化やコストの増大を回避した新しいランキンサイクル装置における潤滑方法を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項1に記載の本発明は、冷媒循環路2にポンプ3、蒸発器4、膨張機5および凝縮器6が設けられ、ポンプ3から蒸発器4に供給される高圧の液状冷媒が蒸発器4で熱媒との熱交換により高温高圧の冷媒蒸気となって膨張機5に供給され、膨張機5から流出する低温低圧の冷媒蒸気が凝縮器6を経てポンプ3に循環するように構成したランキンサイクル装置において、

20

冷媒循環路2を循環する冷媒に予め潤滑油を混合しておき、

蒸発器4内部に滞留した潤滑油に対しては、蒸発器4における冷媒の蒸発量を超える量の冷媒をポンプ3から蒸発器4に一時的に供給し、蒸発器4の液面を上昇させることによって、蒸発器4の液面付近に滞留した潤滑油を蒸発器4内部から膨張機5側の冷媒循環路2に排出し、

冷媒とともに潤滑油をランキンサイクル全体に循環させることを特徴とするランキンサイクル装置における潤滑方法である。

【0008】

30

請求項2に記載の本発明は、請求項1に記載の潤滑方法において、

蒸発器4における冷媒の蒸発量を超える量の冷媒をポンプ3から蒸発器4に間欠的に一定時間ずつ供給することによって、蒸発器4内部に滞留した潤滑油を蒸発器4内部から膨張機5側の冷媒循環路2に排出することを特徴とするランキンサイクル装置における潤滑方法である。

【0009】

請求項3に記載の本発明は、冷媒循環路2にポンプ3、蒸発器4、膨張機5および凝縮器6が設けられ、ポンプ3から蒸発器4に供給される高圧の液状冷媒が蒸発器4で熱媒との熱交換により高温高圧の冷媒蒸気となって膨張機5に供給され、膨張機5から流出する低温低圧の冷媒蒸気が凝縮器6を経てポンプ3に循環するように構成したランキンサイクル装置において、

40

冷媒循環路2を循環する冷媒に予め潤滑油を混合しておき、

蒸発器4内部に滞留した潤滑油に対しては、蒸発器4における冷媒の蒸発量を超える量の冷媒をポンプ3から蒸発器4に連続的に供給し、蒸発器4の液面を上昇させることによって、蒸発器4の液面付近に滞留した潤滑油を蒸発器4内部から膨張機5側の冷媒循環路2に排出し、

冷媒とともに潤滑油をランキンサイクル全体に循環させることを特徴とするランキンサイクル装置における潤滑方法である。

【0010】

請求項4に記載の本発明は、請求項3に記載の潤滑方法において、

50

膨張機 5 及びポンプ 3 の回転部分を循環する潤滑油の混合量は冷媒に対して 5 ~ 20 重量%であり、

蒸発器 4 における冷媒の蒸発量に対し 1.05 ~ 1.20 倍の質量流量の潤滑油混合冷媒を連続的に蒸発器 4 に供給することを特徴とするランキンサイクル装置における潤滑方法である。

【0011】

請求項 5 に記載の本発明は、請求項 3 に記載の潤滑方法において、

冷媒循環路 2 に膨張機 5 をバイパスするバイパス流路 11 を設け、

蒸発器 4 における冷媒の蒸発量を超える量の冷媒をポンプ 3 から蒸発器 4 に連続的に供給している際に、さらに一時的に冷媒の供給量を増加し、

その増加させている間は蒸発器 4 から流出する冷媒の流路を、膨張機 5 をバイパスするバイパス流路 11 に切り替えることを特徴とするランキンサイクル装置における潤滑方法である。

【0012】

請求項 6 に記載の本発明は、請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の潤滑方法において、

蒸発器 4 内部の冷媒流路は、互いに独立した複数の小流路 4d に区画されており、それらの小流路 4d は蒸発器 4 の出口側に向かって形成されていることを特徴とするランキンサイクル装置における潤滑方法である。

【0013】

請求項 7 に記載の本発明は、請求項 6 に記載の潤滑方法において、

互いに独立した複数の小流路 4d がストレートフィン 4c により形成されていることを特徴とするランキンサイクル装置における潤滑方法である。

【発明の効果】

【0014】

本発明の第 1 の発明によれば、冷媒循環路 2 を循環する冷媒に予め混合された潤滑油の一部が蒸発器 4 の内部に滞留した場合においても、蒸発量を超える量の冷媒を一時的に蒸発器 4 に供給することにより、蒸発器 4 の液面が上昇し、蒸発器 4 の液面付近に滞留していた潤滑油は、冷媒の流れに乗って蒸発器 4 の出口から排出され、さらに膨張機 5 へと移送され、冷媒循環路 2 を循環する。これにより、先述の特許文献 1 に記載の従来技術のように、オイル分離器、オイル貯留タンク、潤滑油供給路等を追加することなく、簡素な構成で膨張機 5 およびポンプ 3 を潤滑することが可能となる。

【0015】

なお、本発明の第 2 の発明によれば、前記第 1 の発明において、蒸発量を超える量の冷媒を間欠的に一定時間ずつ供給することにより、その一時的な供給がなされる。これにより、ポンプ流量の単純な制御によって、特に費用も要せずに、容易に膨張機 5 およびポンプ 3 を潤滑することが可能となる。

【0016】

本発明の第 3 の発明によれば、冷媒循環路 2 を循環する冷媒に予め混合された潤滑油の一部が蒸発器 4 の内部に滞留した場合においても、蒸発量を超える量の冷媒を連続的に蒸発器 4 に供給することにより、蒸発器 4 の液面が上昇し、蒸発器 4 の液面付近に滞留していた潤滑油は、冷媒の流れに乗って蒸発器 4 の出口から排出され、さらに膨張機 5 へと移送され、冷媒循環路 2 を循環する。これにより、先述の特許文献 1 に記載の従来技術のように、オイル分離器、オイル貯留タンク、潤滑油供給路等を追加することなく、簡素な構成で膨張機 5 およびポンプ 3 を潤滑することが可能となる。

【0017】

なお、本発明の第 4 の発明によれば、前記第 3 の発明において、潤滑油の混合量は冷媒に対して 5 ~ 20 重量%であり、蒸発器 4 における冷媒の蒸発量に対し 1.05 ~ 1.20 倍の質量流量の潤滑油混合冷媒を蒸発器 4 に供給することにより、その連続的な供給がなされる。これにより、十分な量の潤滑油を安定に循環させ、膨張機 5 およびポンプ 3 を

10

20

30

40

50

潤滑することが可能となる。

【0018】

なお、本発明の第5の発明によれば、前記第3の発明において、冷媒循環路2に膨張機5をバイパスするバイパス流路11を設け、蒸発量を超える量の冷媒を連続的に蒸発器4に供給している際に、さらに一時的に冷媒の供給量を増加させるとともに、その増加している間は蒸発器4から流出する冷媒の流路をバイパス流路11に切り替えることにより、膨張機5をバイパスさせて潤滑油混合冷媒を循環させることが可能となる。

【0019】

冷媒を連続的に蒸発器4に供給している際に、例えば蒸発器4への入熱量等の運転条件に変動が生じると、冷媒の供給量と蒸発量のバランスが崩れ、蒸発器4に過剰の潤滑油が滞留することが起こり得る。またその過剰に滞留した潤滑油が冷媒とともに膨張機5に突入し、それにより膨張機5の回転抵抗が増し、膨張機5が停止または破損するおそれもある。

10

【0020】

しかしながら、このような状態になった場合であっても、上述のように膨張機5を経ずに、蒸発器4から凝縮器6へ潤滑油混合冷媒を移送することにより、膨張機5の停止や破損のおそれなく、潤滑油を再循環させ、循環量を速やかにかつ適切に調整することができるので、より安定に膨張機5およびポンプ3を潤滑することが可能となる。

【0021】

また、本発明の第6の発明によれば、前記第1の発明ないし第5の発明のいずれかにおいて、蒸発器4の内部の冷媒流路が、互いに独立した複数の小流路4dに区画されており、それらの小流路4dは蒸発器4の出口側に向かって形成されている。これにより、冷媒の主要な流れは蒸発器4の出口側に向かう小流路4dに沿った流れとなり、冷媒の流れに乗った潤滑油は停滞することなく蒸発器4から排出されて膨張機5へと移送されるので、効率良く、安定に潤滑油を循環させ、膨張機5およびポンプ3を潤滑することが可能となる。

20

【0022】

なお、本発明の第7の発明によれば、前記第6の発明において、互いに独立した複数の小流路4dがストレートフィン4cにより形成されている。これにより、冷媒の主要な流れは蒸発器4の出口側に向かう小流路4dに沿った直線的な流れとなり、冷媒の流れに乗った潤滑油は停滞することなく、かつ抵抗少なく円滑に、蒸発器4から排出されて膨張機5へと移送されるので、効率良く、安定に潤滑油を循環させ、膨張機5およびポンプ3を潤滑することが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の冷媒循環方法が適用されるランキンサイクル装置の1例を示す系統図。

【図2】図1に示された蒸発器の1例を模式的に示す分解斜視図及び蒸発器4の流路4bを示す部分拡大斜視図。

【図3】図2(b)におけるIII-III矢視の部分断面図。

【発明を実施するための形態】

40

【0024】

まず、図面に基づいて、本発明のランキンサイクル装置の基本的な動作について、説明する。

図1は本発明のランキンサイクル装置1の構造の1例を示すものである。

その主要機器として、ポンプ3、蒸発器4、膨張機5および凝縮器6が設けられ、それらの間が冷媒循環路2により接続されている。冷媒循環路2は、好ましくは断熱材で覆われた配管などで構成する。

【0025】

ポンプ3は液状冷媒を蒸発器4に供給するもので、例えばダイヤフラム式、ピストン式、渦巻き式、ギア式などのポンプ本体をモータ等の駆動源で駆動し、低圧の液状冷媒を高

50

圧の液状冷媒に昇圧して圧送するためのものである。

そのポンプ 3 は回転速度の調整が可能な可変速ポンプであり、ポンプ 3 に電力を供給する電力制御部 1 4 によりその回転速度を調整する。電力調整部 1 4 は電源である交流電力をインバータ制御により調整するもので、その調整はコンピュータ等で構成される制御装置 1 5 からの制御信号により行われる。

【 0 0 2 6 】

蒸発器 4 は、ポンプ 3 から供給される高圧の液状冷媒を熱媒で加熱し、高温高圧の冷媒蒸気を生成して膨張機 5 に供給するものである。熱源としては例えば、自動車の排熱、産業排熱、地熱、温泉等などが利用できる。蒸発器 4 は一種の熱交換器であり、その内部に熱媒を流通させる複数の流路 4 a と、冷媒を流通させる複数の流路 4 b が交互に積層され

10

【 0 0 2 7 】

膨張機 5 は蒸発器 4 から供給される高温高圧の冷媒蒸気が膨張する際に為した仕事を、回転運動として動力に変換するものである。

膨張機 5 は、一般に、ピストン式、スクロール式、タービン式などがある。

この膨張機 5 には、回転運動をする出力軸に発電機 7 が連結され、発電機 7 で発生した交流電力は直流変換器 8 で直流に変換される。その電力はパワーコンディショナー 9 を経由して、例えば、照明器具 1 0 に出力される。

【 0 0 2 8 】

凝縮器 6 は膨張機 5 で膨張した後の低温低圧の冷媒蒸気を冷却して低温の液状冷媒に変換するものであり、凝縮器 6 の内部には冷媒を冷却する冷水や空気を流通させる流路 6 a と冷媒を流通させる流路 6 b が配置されている。凝縮器 6 から流出する低温の液状冷媒は冷媒循環路 2 を経てポンプ 3 に循環される。

20

【 0 0 2 9 】

図 1 の例では、冷媒循環路 2 に膨張機 5 をバイパスするバイパス流路 1 1 が設けられている。バイパス流路 1 1 は膨張機 5 の入口側の冷媒循環路 2 と出口側の冷媒循環路 2 とを配管で連通することにより構成される。バイパス流路 1 1 には開閉弁 1 2 が設けられ、さらに膨張機 5 の入口側の冷媒流路 2 にも開閉弁 1 3 が設けられる。これら開閉弁 1 2、1 3 の開閉切り替え操作により、冷媒を膨張機 5 に供給するか、または一時的に冷媒を膨張機 5 に供給せずバイパスさせるかを選択する。

30

【 0 0 3 0 】

定常運転時には開閉弁 1 2 が閉じられ、開閉弁 1 3 が開けられているが、冷媒循環路 2 を循環する冷媒について膨張機 5 をバイパスさせる必要が生じたときは、制御装置 1 5 から開閉弁 1 2、1 3 に開閉指令が出され、開閉弁 1 2 が開けられ、開閉弁 1 3 が閉じられる。

【 0 0 3 1 】

図 2 と図 3 は、図 1 に示す蒸発器 4 の 1 例である。図 2 は蒸発器 4 の 1 例を模式的に示す分解斜視図であり、図 2 (a) は蒸発器 4 全体の分解斜視図、図 2 (b) は蒸発器 4 の流路 4 b の部分拡大斜視図である。さらに図 3 は、図 2 (b) の III - III 矢視の部分断面図である。

40

【 0 0 3 2 】

蒸発器 4 には熱媒の流体管路に連通する熱媒入口部 1 6 と熱媒出口部 1 7、冷媒循環路 2 に連通する冷媒入口部 1 8 と冷媒出口部 1 9 が設けられる。熱媒入口部 1 6 と熱媒出口部 1 7 の間に複数の熱媒を流通させる流路 4 a が連通され、冷媒入口部 1 8 と冷媒出口部 1 9 の間に複数の冷媒を流通させる流路 4 b が連通しており、これら流路 4 a、4 b は図 3 のように交互に積層されている。

【 0 0 3 3 】

冷媒を流通させる流路 4 b の内部には、熱伝達率の向上のためのフィンが設けられている。フィンとしては各種のフィンが使用可能であるが、本例ではストレートフィン 4 c が設けられている。

50

【0034】

図3に示すストレートフィン4cは、上下に延びる長手方向の断面が波型に形成されており、波型の頂部と底部がそれぞれ流路4bの内壁に接している。そのためストレートフィン4cによって形成される多数の小流路4dが互いに独立した状態で冷媒の流通方向、即ち、鉛直上下方向に直線状に延長される。なおストレートフィン4cの形状は図3に示すような波型断面以外に、台形または方形の断面を有するものであってもよい。

【0035】

冷媒が流通する流路4bをこのような形状にすると、流路内を流通する冷媒が多数の互いに独立した小流路4dに分流し、それぞれ独立に且つ直線状に流通する。そのため小流路4dにおいて流体の混合や分離が起こらず、且つ流通方向の流通抵抗も小さいので、冷媒は円滑に流通する。

10

その結果、冷媒に同伴して冷媒入口部18から小流路4dに供給された潤滑油は、蒸発器4への冷媒供給量の増加に伴って増速した流れに乗って、滞留することなく冷媒出口部19から排出され膨張機5へと移送される。

なお、小流路の断面形状は、円形、楕円形、長円形または台形のいずれでもよい。

【0036】

次に、図1に示すランキンサイクル装置1における潤滑油の循環方法について説明する。

運転開始に先立って、図示しない供給口からランキンサイクル装置1に冷媒および所定の混合量の潤滑油を注入しておく。上記混合量について具体例を挙げると、潤滑油の混合量は冷媒に対して5～20重量%が好ましいことが、実験によって確認されている。

20

【0037】

冷媒循環路2に連通するポンプ3および膨張機5の回転部分は、循環する冷媒に混合された潤滑油に常に接しており、その潤滑油が回転部分に浸透する作用により潤滑性が維持される。

【0038】

ただし、蒸発器4の運転を継続すると、蒸発器4において冷媒が流通する流路4b内に、潤滑油の一部が滞留し始める。

その理由は、蒸発器4において、冷媒は熱媒で加熱されて冷媒蒸気となって蒸発器4から流出するが、冷媒より高い沸点を有する潤滑油はほとんど蒸発せず、その一部が冷媒蒸気の流れに乗って蒸発器4から流出するのみだからである。この状態を放置していると、蒸発器4における潤滑油の滞留が進行し、回転部分を循環する潤滑油が不足してしまう。

30

なお、潤滑油の密度が冷媒の密度より小さい場合、潤滑油は主に蒸発器4の液面付近に滞留する。

【0039】

しかし、この問題は前述のように、蒸発器4における蒸発量を超える量の冷媒をポンプ3から蒸発器4に一時的または連続的に供給することにより、蒸発器4の液面が上昇し、滞留していた潤滑油が、冷媒の流れに乗って蒸発器4の出口側から排出され、さらに膨張機5へと移送され、冷媒循環路2を循環することによって解決される。

なお、この解決方法の効果は、本発明者らの実験によって確かめられている。

40

【産業上の利用可能性】

【0040】

本発明による潤滑方法は、エンジン排熱、産業排熱、地熱、温泉等を熱媒とするランキンサイクル装置による発電、特に低温熱媒による小規模分散型のバイナリランキンサイクル発電に利用できる。

【符号の説明】

【0041】

- 1 ランキンサイクル装置
- 2 冷媒循環路
- 3 ポンプ

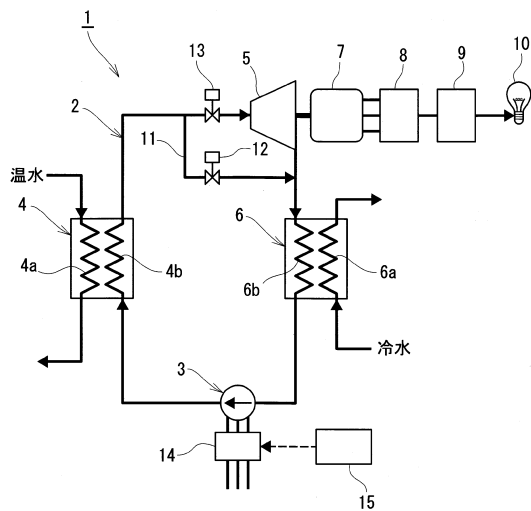
50

- 4 蒸発器
- 4 a 流路
- 4 b 流路
- 4 c ストレートフィン
- 4 d 小流路
- 【 0 0 4 2 】
- 5 膨張機
- 6 凝縮器
- 6 a 流路
- 6 b 流路
- 7 発電機
- 8 直流変換器
- 9 パワーコンディショナー
- 1 0 照明器具
- 【 0 0 4 3 】
- 1 1 バイパス流路
- 1 2 開閉弁
- 1 3 開閉弁
- 1 4 電力調整部
- 1 5 制御装置
- 1 6 熱媒入口部
- 1 7 熱媒出口部
- 1 8 冷媒入口部
- 1 9 冷媒出口部

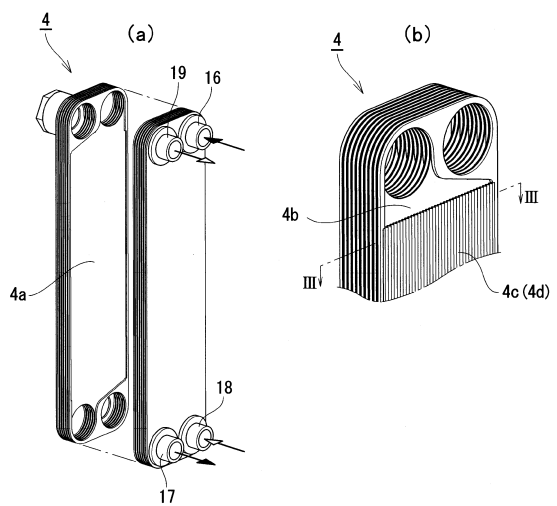
10

20

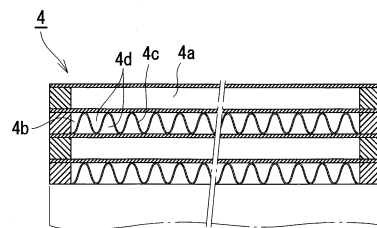
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特表2008-542629(JP,A)
特開2012-202665(JP,A)
国際公開第2013/046791(WO,A1)
特開2012-107802(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01K 25/10
F01D 25/18
F01K 27/02