

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6163145号  
(P6163145)

(45) 発行日 平成29年7月12日(2017.7.12)

(24) 登録日 平成29年6月23日(2017.6.23)

(51) Int.Cl. F I  
FO1K 25/10 (2006.01) FO1K 25/10 H

請求項の数 9 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2014-180983 (P2014-180983)	(73) 特許権者	000001199
(22) 出願日	平成26年9月5日(2014.9.5)		株式会社神戸製鋼所
(65) 公開番号	特開2016-56689 (P2016-56689A)		兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号
(43) 公開日	平成28年4月21日(2016.4.21)	(74) 代理人	100067828
審査請求日	平成28年9月1日(2016.9.1)		弁理士 小谷 悦司
		(74) 代理人	100115381
			弁理士 小谷 昌崇
		(74) 代理人	100137143
			弁理士 玉串 幸久
		(72) 発明者	松田 治幸
			兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号
			株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱エネルギー回収装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

外部から供給される加熱媒体で作動媒体を加熱することによって当該作動媒体を蒸発させる蒸発器と、

前記蒸発器から前記作動媒体とともに流出した油を回収する油回収器と、

前記油回収器から流出した作動媒体を膨張させる膨張機と、

前記膨張機に接続された動力回収機と、

前記膨張機から流出した作動媒体を凝縮させる凝縮器と、

前記凝縮器で凝縮された作動媒体を前記蒸発器へ送るポンプと、

前記蒸発器、前記油回収器、前記膨張機、前記凝縮器及び前記ポンプをこの順に接続する循環流路と、

前記油回収器内の液体を前記循環流路のうち前記凝縮器の下流側でかつ前記ポンプの上流側の部位に戻す戻し流路と、

前記凝縮器内における前記作動媒体の液量又は前記循環流路のうち前記凝縮器と前記ポンプとの間における前記作動媒体の液量が基準量以下に減少したことを示す液量減少条件が成立したときに前記戻し流路を通じて前記油回収器内の液体を戻す戻し操作を行う制御ユニットと、を備える、熱エネルギー回収装置。

【請求項2】

請求項1に記載の熱エネルギー回収装置において、

前記制御ユニットは、前記凝縮器内における前記作動媒体の液面の高さ又は前記循環流

10

20

路のうち前記凝縮器と前記ポンプとの間における前記作動媒体の液面の高さを検知可能な液面センサと、前記液面センサの検出値が基準高さ以下となったときに前記液量減少条件が成立したと判定して前記戻し操作を行う戻し制御部と、を有する、熱エネルギー回収装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の熱エネルギー回収装置において、

前記制御ユニットは、前記油回収器内の液面の高さを検知可能な液面センサと、前記液面センサの検出値が上限高さ以上となったときに前記液量減少条件が成立したと判定して前記戻し操作を行う戻し制御部と、を有する、熱エネルギー回収装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の熱エネルギー回収装置において、

前記制御ユニットは、前記油回収器内の液体の温度又は前記油回収器の温度を検知可能な温度センサと、前記温度センサの検出値が下限温度以下となったときに前記液量減少条件が成立したと判定して前記戻し操作を行う戻し制御部と、を有する、熱エネルギー回収装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の熱エネルギー回収装置において、

前記制御ユニットは、前記循環流路のうち前記油回収器と前記膨張機との間の部位の温度又は前記部位を流れる作動媒体の温度が設定温度以上となるまで前記戻し操作を行う、熱エネルギー回収装置。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の熱エネルギー回収装置において、

前記油回収器内の油を前記膨張機に供給するための給油流路をさらに備え、

前記油の比重は液状の作動媒体の比重よりも小さく、

前記給油流路の上流側の端部は、前記戻し流路の上流側の端部よりも上方の位置で前記油回収器に接続されている、熱エネルギー回収装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の熱エネルギー回収装置において、

前記油回収器内の油を前記膨張機に供給するための補助給油流路をさらに備え、

前記補助給油流路の上流側の端部は、前記給油流路の上流側の端部よりも下方の位置で前記油回収器に接続されている、熱エネルギー回収装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の熱エネルギー回収装置において、

前記補助給油流路の上流側の端部は、前記戻し流路の上流側の端部と同じ高さ位置かそれよりも下方の位置で前記油回収器に接続されている、熱エネルギー回収装置。

【請求項 9】

請求項 7 又は 8 に記載の熱エネルギー回収装置において、

前記給油流路を開放するとともに前記補助給油流路を遮断する第 1 態様と前記給油流路を遮断するとともに前記補助給油流路を開放する第 2 態様との間を切り替え可能な切替弁をさらに備え、

前記制御ユニットは、前記油回収器内の液面が前記給油流路の上流側の端部よりも上方に位置するときは前記切替弁を前記第 1 態様とする一方、前記油回収器内の液面が前記給油流路の上流側の端部よりも下方に位置するときは前記切替弁を前記第 2 態様とする切替弁制御部をさらに有する、熱エネルギー回収装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱エネルギー回収装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

従来、工場等の各種設備の排熱から動力を回収する熱エネルギー回収装置が知られている。例えば、特許文献1には、作動媒体を蒸発させる蒸発器と、蒸発器から作動媒体とともに流出した油を回収する油分離タンクと、油分離タンクから流出した作動媒体を膨張させるスクリュ膨張機と、スクリュ膨張機に接続された発電機と、膨張機から流出した作動媒体を凝縮させる凝縮器と、凝縮器から流出した作動媒体を蒸発器へ送出するポンプと、を備えた発電装置が開示されている。蒸発器には、外部の熱源から作動媒体を加熱するための加熱媒体が供給されている。また、特許文献2にも、同様の発電装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2011-122568号公報

【特許文献2】特開2006-283675号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記特許文献1又は2に記載されるような発電装置では、当該装置の起動時（暖機運転時）や蒸発器に供給される加熱媒体の流量又は温度の低下時等に、ポンプの上流側における液状の作動媒体の量が減少し、ポンプの運転が不安定になったりポンプ内でキャビテーションが生じたりする懸念がある。具体的に、当該装置の起動時は、蒸発器の下流側の流路や油回収器の温度が当該装置の定常運転時のそれよりも低いため、蒸発器から流出した作動媒体が前記流路や油回収器において凝縮し、液状の作動媒体として油回収器に溜まる。よって、ポンプの上流側における液状の作動媒体の量が減少する。また、熱源から蒸発器に供給される加熱媒体の流量又は温度が低下したときは、液状の作動媒体が蒸発器で十分に蒸発しきらずに気液二相の状態では蒸発器から流出し、当該作動媒体のうち液状のものが油回収器内に溜まるので、ポンプの上流側における液状の作動媒体の量が減少する。このため、起動時（暖機運転時）や蒸発器に供給される加熱媒体の流量又は温度の低下時には、ポンプにガス状の作動媒体が流入することによってポンプの運転が不安定になる恐れや、ポンプ内にキャビテーションが生じ、これによりポンプが損傷する恐れがある。

【0005】

本発明の目的は、起動時や蒸発器に供給される加熱媒体の流量又は温度の低下時におけるポンプの不安定運転やポンプ内でのキャビテーションの発生を抑制可能な熱エネルギー回収装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記課題を解決する手段として、本発明は、外部から供給される加熱媒体で作動媒体を加熱することによって当該作動媒体を蒸発させる蒸発器と、前記蒸発器から前記作動媒体とともに流出した油を回収する油回収器と、前記油回収器から流出した作動媒体を膨張させる膨張機と、前記膨張機に接続された動力回収機と、前記膨張機から流出した作動媒体を凝縮させる凝縮器と、前記凝縮器で凝縮された作動媒体を前記蒸発器へ送るポンプと、前記蒸発器、前記油回収器、前記膨張機、前記凝縮器及び前記ポンプをこの順に接続する循環流路と、前記油回収器内の液体を前記循環流路のうち前記凝縮器の下流側でかつ前記ポンプの上流側の部位に戻す戻し流路と、前記凝縮器内における前記作動媒体の液量又は前記循環流路のうち前記凝縮器と前記ポンプとの間における前記作動媒体の液量が基準量以下に減少したことを示す液量減少条件が成立したときに前記戻し流路を通じて前記油回収器内の液体を戻す戻し操作を行う制御ユニットと、を備える、熱エネルギー回収装置を提供する。

【0007】

本発明では、ポンプの上流側（凝縮器内、又は、循環流路のうち凝縮器とポンプとの間の部位）における作動媒体の液量が基準量以下に減少したとき、換言すれば、油回収器に

10

20

30

40

50

液状の作動媒体が溜まっているときに、戻し操作が行われるので、すなわち、油回収器内の液体（油及び作動媒体）が戻し流路を通じて循環流路のうち凝縮器の下流側でかつポンプの上流側の部位に戻されるので、ポンプの上流側における液量が早期に増大する。よって、起動時（暖機運転時）や蒸発器に供給される加熱媒体の流量又は温度の低下時におけるポンプの不安定運転やポンプ内でのキャビテーションの発生が抑制される。しかも、油回収器内の液体が凝縮器の上流側ではなく凝縮器の下流側に戻されることにより当該液体の凝縮器での冷却が回避されるため、前記液体が凝縮器の上流側に戻される場合に比べて、当該液体に含まれる作動媒体が蒸発器から流出した後に凝縮すること、あるいは当該液体に含まれる作動媒体が蒸発器から気液二相の状態流出することが抑制される。

**【 0 0 0 8 】**

10

この場合において、前記制御ユニットは、前記凝縮器内における前記作動媒体の液面の高さ又は前記循環流路のうち前記凝縮器と前記ポンプとの間における前記作動媒体の液面の高さを検知可能な液面センサと、前記液面センサの検出値が基準高さ以下となったときに前記液量減少条件が成立したと判定して前記戻し操作を行う戻し制御部と、を有してもよい。

**【 0 0 0 9 】**

このようにすれば、凝縮器内又は循環流路のうち凝縮器とポンプとの間に液面センサを設けるといった簡単な構成で前記液量減少条件が成立したか否かを判定することが可能となる。

**【 0 0 1 0 】**

20

あるいは、前記制御ユニットは、前記油回収器内の液面の高さを検知可能な液面センサと、前記液面センサの検出値が上限高さ以上となったときに前記液量減少条件が成立したと判定して前記戻し操作を行う戻し制御部と、を有してもよい。

**【 0 0 1 1 】**

このようにしても、起動時や蒸発器に供給される加熱媒体の流量又は温度の低下時におけるポンプの不安定運転やポンプ内でのキャビテーションの発生が抑制される。具体的に、起動時や加熱媒体の流量又は温度の低下時には、蒸発器から流出した作動媒体の少なくとも一部が液状で油回収器内に溜まる。そうすると、油回収器内の液面が高くなる一方でポンプ上流側における液量が減少するので、油回収器の液面の高さに基づいて前記液量減少条件が成立したか否かを判定することができる。よって、油回収器の液面が上限高さ以上となったときに戻し操作を行うことにより、ポンプの不安定運転やポンプ内でのキャビテーションの発生を抑制することができる。

30

**【 0 0 1 2 】**

または、前記制御ユニットは、前記油回収器内の液体の温度又は前記油回収器の温度を検知可能な温度センサと、前記温度センサの検出値が下限温度以下となったときに前記液量減少条件が成立したと判定して前記戻し操作を行う戻し制御部と、を有してもよい。

**【 0 0 1 3 】**

このようにしても、ポンプの不安定運転やポンプ内でのキャビテーションの発生が抑制される。具体的に、油回収器内の液体の温度又は前記油回収器の温度が例えば作動媒体の気化温度よりも低い場合、蒸発器から流出した作動媒体の少なくとも一部が油回収器内で凝縮して当該油回収器内に溜まる。そうすると、油回収器内の液面が高くなる一方でポンプ上流側における液量が減少するので、油回収器内の液体の温度又は前記油回収器の温度に基づいて前記液量減少条件が成立したか否かを判定することができる。よって、油回収器内の液体の温度又は前記油回収器の温度が下限温度以下となったときに戻し操作を行うことにより、ポンプの不安定運転やポンプ内でのキャビテーションの発生を抑制することができる。

40

**【 0 0 1 4 】**

あるいは、前記制御ユニットは、前記循環流路のうち前記油回収器と前記膨張機との間の部位の温度又は前記部位を流れる作動媒体の温度が設定温度以上となるまで前記戻し操作を行ってもよい。

50

## 【0015】

このようにすれば、油回収器内に液状の作動媒体が溜まりやすい暖機運転時（循環流路のうち蒸発器と油回収器との間の部位、油回収器及び循環流路のうち油回収器と膨張機との間の部位の温度が通常運転時の温度になるまでの運転時）に戻し操作が継続されるので、特に起動時におけるポンプの不安定運転やポンプ内でのキャビテーションの発生を有効に抑制することができる。

## 【0016】

また、本発明において、前記油回収器内の油を前記膨張機に供給するための給油流路をさらに備え、前記油の比重は液状の作動媒体の比重よりも小さく、前記給油流路の上流側の端部は、前記戻し流路の上流側の端部よりも上方の位置で前記油回収器に接続されていることが好ましい。

10

## 【0017】

このようにすれば、油回収器から相対的に比重の小さな油を多く含む液体が膨張機に供給されるので、膨張機での油膜切れの発生が抑制される。具体的に、油の比重が液状の作動媒体のそれよりも小さいので、給油流路の上流側の端部が戻し流路の上流側の端部と同じ高さかそれよりも下方の位置で油回収器に接続される場合に比べて戻し流路の上流側の端部よりも上方の位置で油回収器に接続される方が、給油流路を通じて膨張機に供給される液体に対する油の割合が大きくなり、これにより前記液体の粘度が高くなる。よって、膨張機での油膜切れの発生が抑制される。

## 【0018】

20

この場合において、前記油回収器内の油を前記膨張機に供給するための補助給油流路をさらに備え、前記補助給油流路の上流側の端部は、前記給油流路の上流側の端部よりも下方の位置で前記油回収器に接続されていることが好ましい。

## 【0019】

このようにすれば、油回収器内に液状の作動媒体が溜まった場合であっても、給油流路を通じて油を多く含む液体を膨張機に供給しつつ、油回収器内の液面が給油流路の上流側の端部よりも低くなったときでも補助給油流路を通じて確実に油を膨張機に供給することができる。

## 【0020】

さらにこの場合において、前記補助給油流路の上流側の端部は、前記戻し流路の上流側の端部と同じ高さ位置かそれよりも下方の位置で前記油回収器に接続されていることが好ましい。

30

## 【0021】

このようにすれば、油回収器内の液体が戻し流路を通じて戻されている間は常に膨張機に油が供給される。

## 【0022】

また、本発明において、前記給油流路を開放するとともに前記補助給油流路を遮断する第1態様と前記給油流路を遮断するとともに前記補助給油流路を開放する第2態様との間を切り替え可能な切替弁をさらに備え、前記制御ユニットは、前記油回収器内の液面が前記給油流路の上流側の端部よりも上方に位置するときは前記切替弁を前記第1態様とする一方、前記油回収器内の液面が前記給油流路の上流側の端部よりも下方に位置するときは前記切替弁を前記第2態様とする切替弁制御部をさらに有することが好ましい。

40

## 【0023】

このようにすれば、油回収器内の液面が給油流路の上流側の端部よりも高い場合に給油流路を通じて比較的油を多く含む液体のみを膨張機に供給することができ、しかも、油回収器内の液面が給油流路の上流側の端部よりも低い場合には給油流路が遮断されるので、給油流路を通じて例えばガス状の作動媒体が膨張機に流入することが抑制される。

## 【発明の効果】

## 【0024】

以上のように、本発明によれば、起動時や蒸発器に供給される加熱媒体の流量又は温度

50

の低下時におけるポンプの不安定運転やポンプ内でのキャビテーションの発生を抑制可能な熱エネルギー回収装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明の第1実施形態の熱エネルギー回収装置の構成の概略を示す図である。

【図2】図1の熱エネルギー回収装置の戻し制御部の制御内容を示すフローチャートである。

【図3】図1の熱エネルギー回収装置の変形例を示す図である。

【図4】図1の熱エネルギー回収装置の変形例を示す図である。

【図5】図1の熱エネルギー回収装置の変形例を示す図である。

10

【図6】図1の熱エネルギー回収装置の変形例を示す図である。

【図7】図1の熱エネルギー回収装置の変形例を示す図である。

【図8】本発明の第2実施形態の熱エネルギー回収装置の構成の概略を示す図である。

【図9】本発明の第3実施形態の熱エネルギー回収装置の構成の概略を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

本発明の好ましい実施形態について、以下、図面を参照しながら説明する。

【0027】

(第1実施形態)

本発明の第1実施形態の熱エネルギー回収装置について、図1及び図2を参照しながら説明する。

20

【0028】

図1に示されるように、熱エネルギー回収装置は、蒸発器10と、油回収器12と、膨張機14と、動力回収機16と、凝縮器18と、レシーバ20と、ポンプ22と、循環流路30と、戻し流路32と、制御ユニット40と、を備えている。

【0029】

循環流路30は、蒸発器10、油回収器12、膨張機14、凝縮器18、レシーバ20及びポンプ22をこの順に直列に接続している。

【0030】

蒸発器10は、外部から供給される加熱媒体と液状の作動媒体とを熱交換させることにより当該作動媒体を蒸発させる。蒸発器10に供給される加熱媒体としては、例えば、工場等から排出される温水や高温ガスが挙げられる。また、作動媒体としては、R245faが用いられている。

30

【0031】

油回収器12は、循環流路30における蒸発器10の下流側の部位に設けられている。油回収器12は、蒸発器10から作動媒体とともに流出した油を回収する。油回収器12で回収された油は、油回収器12と膨張機14とを接続する給油流路13を通じて膨張機14に供給される。本実施形態では、給油流路13の上流側の端部は、油回収器12の側部に接続されている。この油の比重は、液状の作動媒体の比重よりも小さい。

【0032】

40

膨張機14は、循環流路30における油回収器12の下流側の部位に設けられている。本実施形態では、膨張機14として、油回収器12から流出したガス状の作動媒体の膨張エネルギーにより回転駆動されるロータを有する容積式のスクリュウ膨張機が用いられている。具体的に、膨張機14は、雌雄一対のスクリュウロータを有している。

【0033】

動力回収機16は、膨張機14に接続されている。本実施形態では、動力回収機16として発電機が用いられている。この動力回収機16は、膨張機14の一対のスクリュウロータのうち的一方に接続された回転軸を有している。動力回収機16は、前記回転軸が前記スクリュウロータの回転に伴って回転することにより電力を発生させる。なお、動力回収機16として、発電機その他、圧縮機等が用いられてもよい。

50

## 【 0 0 3 4 】

凝縮器 1 8 は、循環流路 3 0 における膨張機 1 4 の下流側の部位に設けられている。凝縮器 1 8 は、膨張機 1 4 から流出した作動媒体を外部から供給される冷却媒体（冷却水等）で冷却することにより凝縮（液化）させる。

## 【 0 0 3 5 】

レシーバ 2 0 は、循環流路 3 0 における凝縮器 1 8 の下流側の部位に設けられている。レシーバ 2 0 は、凝縮器 1 8 から流出した液状の作動媒体を貯留する。

## 【 0 0 3 6 】

ポンプ 2 2 は、循環流路 3 0 におけるレシーバ 2 0 の下流側の部位（レシーバ 2 0 と蒸発器 1 0 との間の部位）に設けられている。ポンプ 2 2 は、液状の作動媒体を所定の圧力まで加圧して蒸発器 1 0 へ送り出す。ポンプ 2 2 としては、インペラをロータとして備える遠心ポンプや、ロータが一对のギアからなるギアポンプ等が用いられる。

10

## 【 0 0 3 7 】

戻し流路 3 2 は、油回収器 1 2 内の液体を循環流路 3 0 のうち凝縮器 1 8 の下流側でかつポンプ 2 2 の上流側の部位に戻すための流路である。本実施形態では、戻し流路 3 2 の上流側の端部は、油回収器 1 2 の底部に接続されており、戻し流路 3 2 の下流側の端部は、レシーバ 2 0 に接続されている。なお、戻し流路 3 2 の上流側の端部は、給油流路 1 3 に接続されていてもよい。また、戻し流路 3 2 の下流側の端部は、循環流路 3 0 のうち凝縮器 1 8 とレシーバ 2 0 との間の部位に接続されてもよい。

## 【 0 0 3 8 】

20

戻し流路 3 2 には、戻し弁 V 1 が設けられている。この戻し弁 V 1 が開かれることにより、油回収器 1 2 内の液体がレシーバ 2 0 内に流入する。

## 【 0 0 3 9 】

制御ユニット 4 0 は、循環流路 3 0 のうち凝縮器 1 8 とポンプ 2 2 との間における作動媒体の液量が基準量以下に減少したことを示す液量減少条件が成立したときに戻し流路 3 2 を通じて油回収器 1 2 内の液体を戻す戻し操作を行う。具体的には、制御ユニット 4 0 は、前記液量減少条件が成立したときに戻し弁 V 1 を開く制御を行う。本実施形態では、制御ユニット 4 0 は、液面センサ 4 1 と、戻し制御部 4 2 と、を有している。

## 【 0 0 4 0 】

液面センサ 4 1 は、循環流路 3 0 のうち凝縮器 1 8 とポンプ 2 2 との間に位置するレシーバ 2 0 に設けられている。

30

## 【 0 0 4 1 】

戻し制御部 4 2 は、液面センサ 4 1 の検出値 L 1 が基準高さ L 0 以下になったときに前記液量減少条件が成立したと判定して前記戻し操作（戻し弁 V 1 を開く操作）を行う。また、戻し制御部 4 2 は、前記検出値 L 1 が前記基準高さ L 0 よりも大きくなったときに戻し弁 V 1 を閉じる。

## 【 0 0 4 2 】

本実施形態では、制御ユニット 4 0 は、油回収器 1 2 の液面の高さを検知可能な液面センサ 4 3 をさらに有している。戻し制御部 4 2 は、液面センサ 4 3 の検出値 L 2 が下限高さ L 以下になったときに戻し弁 V 1 を閉じる。下限高さ L は、給油流路 1 3 の上流側の端部の位置に設定される。

40

## 【 0 0 4 3 】

次に、図 2 を参照しながら、戻し制御部 4 2 の具体的な制御内容を説明する。

## 【 0 0 4 4 】

まず、戻し制御部 4 2 は、ポンプ 2 2 の起動中において、液面センサ 4 1 の検出値 L 1 が基準高さ L 0 以下か否かを判定する（ステップ S 1 2 ）。

## 【 0 0 4 5 】

この結果、検出値 L 1 が基準高さ L 0 以下の場合（ステップ S 1 2 で Y E S ）、戻し制御部 4 2 は、油回収器 1 2 内の液体をレシーバ 2 0 へ流入させるために戻し弁 V 1 を開く操作（戻し操作）を行う（ステップ S 1 3 ）。一方、検出値 L 1 が基準高さ L 0 よりも大

50

きい場合（ステップS 1 2でNO）、戻し制御部4 2は、ステップS 1 2に戻り、再び検出値L 1が基準高さL 0以下か否かを判定する。

【0046】

戻し制御部4 2は、戻し弁V 1を開く操作を行った後（ステップS 1 3の後）、液面センサ4 3の検出値L 2が下限高さL 以下か否かを判定する（ステップS 1 4）。

【0047】

この結果、検出値L 2が下限高さL 以下の場合（ステップS 1 4でYES）、すなわち、油回収器1 2内の液面の高さが給油流路1 3の上流側の端部と同じ高さかそれよりも下方に位置する場合、戻し制御部4 2は、給油流路1 3を通じた油回収器1 2内の油の膨張機1 4への供給不足を回避するために戻し弁V 1を閉じ（ステップS 1 6）、ステップS 1 2に戻る。一方、検出値L 2が下限高さL よりも大きい場合（ステップS 1 4でNO）、戻し制御部4 2は、液面センサ4 1の検出値L 1が基準高さL 0よりも大きいか否かを判定する（ステップS 1 5）。

10

【0048】

そして、検出値L 1が基準高さL 0以下の場合（ステップS 1 5でNO）、ステップS 1 4に戻る一方、検出値L 1が基準高さL 0よりも大きい場合（ステップS 1 5でYES）、油回収器1 2内の液体のレシーバ2 0への流入を停止させるために戻し弁V 1を閉じ（ステップS 1 6）、ステップS 1 2に戻る。

【0049】

次に、本熱エネルギー回収装置の動作を説明する。ここでは、当該装置の起動時（暖機運転時）について説明する。この装置の起動時は、戻し弁V 1は閉じられている。

20

【0050】

まず、蒸発器1 0に加熱媒体を供給し、凝縮器1 8に冷却媒体を供給する。そして、ポンプ2 2を駆動する。そうすると、ポンプ2 2の上流側の液状の作動媒体が蒸発器1 0に送られ、ここで蒸発する。

【0051】

ここで、本装置の起動時は、循環流路3 0のうち蒸発器1 0と油回収器1 2との間の部位、油回収器1 2及び油回収器1 2内の液体の温度が当該装置の定常運転時のそれよりも低いため、蒸発器1 0から流出した作動媒体が前記部位や油回収器1 2において凝縮し、液状の作動媒体として油回収器1 2に溜まる。そうすると、油回収器1 2内の液面が高くなる一方でポンプ2 2の上流側に位置するレシーバ2 0内の液面が低くなる。

30

【0052】

この結果、レシーバ2 0に設けられている液面センサ4 1の検出値L 1が基準高さL 0以下になったとき（液量減少条件が成立したとき）、戻し制御部4 2は、戻し弁V 1を開く。これにより、油回収器1 2内の液体（油及び液状の作動媒体）が戻し流路3 2を通じてレシーバ2 0に流入する。その後、検出値L 2が下限高さL 以下になる、あるいは検出値L 1が基準高さL 0よりも大きくなると、戻し制御部4 2は、戻し弁V 1を閉じる。

【0053】

以上のようにして暖機運転から定常運転に移行する。

【0054】

以上説明したように、本実施形態の熱エネルギー回収装置では、ポンプ2 2の上流側に位置するレシーバ2 0内の液面が基準高さL 0以下に低下したとき、換言すれば、油回収器1 2に液状の作動媒体が溜まっているときに、戻し操作（戻し弁V 1を開く操作）が行われるので、すなわち、油回収器1 2内の液体（油及び作動媒体）がレシーバ2 0に戻されるので、ポンプ2 2の上流側における液量が早期に増大する。よって、起動時（暖機運転時）におけるポンプの2 2不安定運転やポンプ2 2内でのキャビテーションの発生が抑制される。このため、暖機運転時のポンプ2 2の回転数を定常運転時のそれよりも小さくするという操作が回避可能となり、これにより暖機運転時においても動力回収機1 6で有効に動力を回収することが可能となる。

40

【0055】

50



さらに、油回収器 12 内の液体が凝縮器 18 の上流側ではなく凝縮器 18 の下流側に戻されることにより当該液体の凝縮器 18 での冷却が回避されるため、前記液体が凝縮器 18 の上流側に戻される場合に比べて、当該液体に含まれる作動媒体が蒸発器 10 から流出した後に凝縮すること、あるいは当該液体に含まれる作動媒体が蒸発器 10 から気液二相の状態流出することが抑制される。

【0056】

また、レシーバ 20 内の液面の低下は、当該装置の起動時に限らず、定常運転時において蒸発器 10 に供給される加熱媒体の流量又は温度が低下したとき等にも起こり得る。具体的に、加熱媒体の流量又は温度が低下したときは、液状の作動媒体が蒸発器 10 で十分に蒸発しきらずに気液二相の状態蒸発器 10 から流出し、当該作動媒体のうち液状のものが油回収器 12 内に溜まるので、レシーバ 20 の液面が低下する。このときも、戻し制御部 42 は上記と同じ制御を行うため、当該装置の起動時（暖機運転時）だけでなく蒸発器 10 に供給される加熱媒体の流量又は温度の低下時等においても、ポンプ 22 の不安定運転やポンプ 22 内でのキャピテーションの発生が有効に抑制される。

10

【0057】

また、本実施形態では、油回収器 12 から相対的に比重の小さな油を多く含む液体が膨張機 14 に供給されるので、膨張機 14 での油膜切れの発生が抑制される。具体的に、油の比重が作動媒体のそれよりも小さく、かつ、給油流路 13 の上流側の端部が戻し流路 32 の上流側の端部よりも上方の位置で油回収器 12 に接続されているので、給油流路 13 の上流側の端部が戻し流路 32 の上流側の端部と同じ高さかそれよりも下方の位置で油回収器 12 に接続される場合に比べて、給油流路 13 を通じて膨張機 14 に供給される液体に対する油の割合が大きくなり、これにより前記液体の粘度が高くなる。よって、膨張機 14 での油膜切れの発生が抑制される。

20

【0058】

また、本実施形態では、戻し制御部 42 は検出値 L1 が基準高さ L0 よりも大きくなったときに戻し弁 V1 を閉じる例が示されたが、戻し制御部 42 は、循環流路 30 のうち油回収器 12 と膨張機 14 との間の部位に設けられた温度センサ 49（図 3 を参照）の検出値が設定温度以上となるまで（暖機運転が終了するまで）戻し弁 V1 を開いてもよい。

【0059】

このようにすれば、油回収器 12 内に液状の作動媒体が溜まりやすい暖機運転時（循環流路 30 のうち蒸発器 10 と油回収器 12 との間の部位、油回収器 12 及び循環流路 30 のうち油回収器 12 と膨張機 14 との間の部位の温度が通常運転時の温度である前記設定温度になるまでの運転時）に戻し弁 V1 が開き続けるので、特に起動時におけるポンプ 22 の不安定運転やポンプ 22 内でのキャピテーションの発生を有効に抑制することができる。

30

【0060】

また、図 4 に示されるように、レシーバ 20 は省略されてもよい。この場合、液面センサ 41 は、循環流路 30 のうち凝縮器 18 とポンプ 22 との間の液面を検知可能な部位に設けられ、戻し流路 32 の下流側の端部は、循環流路 30 のうち液面センサ 41 が設けられている位置よりも上流側の部位に接続される。あるいは、特に凝縮器 18 としていわゆるシェル&チューブ式の熱交換器のように熱交換器が液状の作動媒体を貯留する機能を有する場合、図 5 に示されるように、液面センサ 41 は、凝縮器 18 に接続されてもよい。

40

【0061】

また、図 6 に示されるように、油回収器 12 内の油を膨張機 14 に供給するための補助給油流路 13a をさらに有してもよい。補助給油流路 13a の上流側の端部は、給油流路 13 の上流側の端部よりも下方の位置でかつ戻し流路 32 の上流側の端部と同じ高さ位置かそれよりも下方の位置で油回収器 12 に接続される。補助給油流路 13a の下流側の端部は、例えば給油流路 13 の中間部位に接続される。

【0062】

このようにすれば、油回収器 12 内に液状の作動媒体が溜まった場合であっても、給油

50

流路 1 3 を通じて比較的比重の小さな油を多く含む液体を膨張機 1 4 に供給しつつ、油回収器 1 2 内の液面が給油流路 1 3 の上流側の端部よりも低くなったときでも補助給油流路 1 3 a を通じて常時油を膨張機 1 4 に供給することができる。この場合、戻し制御部 4 2 の制御フローのうちステップ S 1 4 は省略される。あるいは、図 7 に示されるように、給油流路 1 3 の上流側の端部が油回収器 1 2 の底部に接続されており、戻し流路 3 2 の上流側の端部が給油流路 1 3 に接続されてもよい。この場合も、前記ステップ S 1 4 は省略される。

**【 0 0 6 3 】**

(第 2 実施形態)

本発明の第 2 実施形態の熱エネルギー回収装置について、図 8 を参照しながら説明する。なお、第 2 実施形態では、第 1 実施形態と異なる部分についてのみ説明を行い、第 1 実施形態と同じ構造、作用及び効果の説明は省略する。

**【 0 0 6 4 】**

本実施形態では、前記液量減少条件が成立したか否かの判定態様が第 1 実施形態のそれと異なっている。具体的に、本実施形態では、戻し制御部 4 2 は、油回収器 1 2 に設けられた液面センサ 4 5 の検出値が上限高さ以上となったときに前記液量減少条件が成立したと判定して前記戻し操作（戻し弁 V 1 を開く操作）を行う。また、戻し制御部 4 2 は、液面センサ 4 5 の検出値が上限高さ未満となったときに戻し弁 V 1 を閉じる。

**【 0 0 6 5 】**

このようにしても、第 1 実施形態と同様に、起動時や蒸発器 1 0 に供給される加熱媒体の流量又は温度の低下時におけるポンプ 2 2 の不安定運転やポンプ 2 2 内でのキャピテーションの発生が抑制される。具体的に、起動時や加熱媒体の流量又は温度の低下時には、蒸発器 1 0 から流出した作動媒体の少なくとも一部が液状で油回収器 1 2 内に溜まる。そうすると、油回収器 1 2 内の液面が高くなる一方でポンプ 2 2 上流側における液量（例えばレシーバ 2 0 内の液量）が減少するので、油回収器 1 2 の液面の高さに基づいて前記液量減少条件が成立したか否かを判定することができる。よって、油回収器 1 2 の液面が上限高さ以上となったときに戻し弁 V 1 を開くことにより、ポンプ 2 2 の不安定運転やポンプ 2 2 内でのキャピテーションの発生を抑制することができる。

**【 0 0 6 6 】**

なお、本実施形態では、給油流路 1 3 の上流側の端部は、油回収器 1 2 の底部に接続されている。

**【 0 0 6 7 】**

ここで、本実施形態では、液面センサ 4 5 の代わりに温度センサが油回収器 1 2 に設けられ、戻し制御部 4 2 がその温度センサの検出値に基づいて戻し弁 V 1 の開閉を制御してもよい。具体的に、戻し制御部 4 2 は、温度センサの検出値が下限温度（例えば作動媒体の気化温度）以下となったときに前記液量減少条件が成立したと判定して前記戻し操作（戻し弁 V 1 を開く操作）を行ってもよい。

**【 0 0 6 8 】**

このようにしても、ポンプ 2 2 の不安定運転やポンプ 2 2 内でのキャピテーションの発生が抑制される。具体的に、油回収器 1 2 内の液体の温度又は油回収器 1 2 の温度が作動媒体の気化温度よりも低い場合、蒸発器 1 0 から流出した作動媒体の少なくとも一部が油回収器 1 2 内で凝縮して当該油回収器 1 2 内に溜まる。そうすると、油回収器 1 2 内の液面が高くなる一方でポンプ 2 2 の上流側における液量が減少するので、油回収器 1 2 内の液体の温度又は油回収器 1 2 の温度に基づいて前記液量減少条件が成立したか否かを判定することができる。よって、油回収器 1 2 内の液体の温度又は油回収器 1 2 の温度が前記下限温度以下となったときに戻し弁 V 1 を開くことにより、ポンプ 2 2 の不安定運転やポンプ 2 2 内でのキャピテーションの発生を抑制することができる。なお、この場合、戻し制御部 4 2 は、温度センサの検出値が前記下限温度よりも高くなったときに戻し弁 V 1 を閉じる。

**【 0 0 6 9 】**

## (第3実施形態)

続いて、本発明の第3実施形態の熱エネルギー回収装置について、図8を参照しながら説明する。なお、第3実施形態についても、第1実施形態と異なる部分についてのみ説明を行い、第1実施形態と同じ構造、作用及び効果の説明は省略する。

## 【0070】

本実施形態の熱エネルギー回収装置は、前記補助給油流路13aと、切替弁と、を備えている。切替弁は、給油流路13に設けられた第1切替弁V2と、補助給油流路13aに設けられた第2切替弁V3と、を有している。第1切替弁V2は、給油流路13のうち当該給油流路13と補助給油流路13aとの接続部よりも上流側の部位に設けられている。各切替弁V2, V3は、開度調整が可能な開閉弁である。

10

## 【0071】

また、制御ユニット40は、各切替弁V2, V3の開閉を制御する切替弁制御部46をさらに有している。切替弁制御部46は、第1切替弁V2を開くとともに第2切替弁V3を閉じる(給油流路13を開放するとともに補助給油流路13aを遮断する)第1態様と、第1切替弁V2を閉じるとともに第2切替弁V3を開く(給油流路13を遮断するとともに補助給油流路13aを開放する)第2態様と、の間を切り替える。具体的に、切替弁制御部46は、油回収器12内の液面が給油流路13の上流側の端部よりも高いとき(液面センサ43の検出値が給油流路13の上流側の端部の高さ位置よりも大きいとき)は第1切替弁V2を開くとともに第2切替弁V3を閉じる(前記第1態様とする)一方、油回収器12内の液面が給油流路13の上流側の端部よりも低いときは第1切替弁V2を閉じるとともに第2切替弁V3を開く(前記第2態様とする)。

20

## 【0072】

このようにすれば、油回収器12内の液面が給油流路13の上流側の端部よりも高い場合には、給油流路13を通じて比較的油を多く含む液体のみを膨張機14に供給することができ、油回収器12内の液面が給油流路13の上流側の端部よりも低い場合には、給油流路13を通じて例えばガス状の作動媒体が膨張機14に流入することを抑制しつつ補助給油流路13aを通じて確実に油を膨張機14に供給することができる。

## 【0073】

なお、本実施形態では、給油流路13に第1切替弁V2が設けられ、補助給油流路13aに第2切替弁V3が設けられた例が示されたが、給油流路13と補助給油流路13aとの接続部に前記切替弁として3方弁が設けられてもよい。

30

## 【0074】

また、補助給油流路13aの下流型の端部は、膨張機14に接続されてもよい。

## 【符号の説明】

## 【0075】

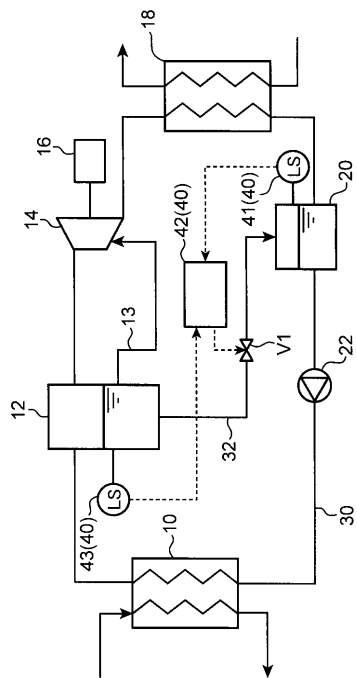
- 10 蒸発器
- 12 油回収器
- 13 給油流路
- 13 a 補助給油流路
- 14 膨張機
- 16 動力回収機(発電機)
- 18 凝縮器
- 20 レシーバ
- 22 ポンプ
- 30 循環流路
- 32 戻し流路
- 40 制御ユニット
- 41 液面センサ
- 42 戻し制御部
- 43 液面センサ

40

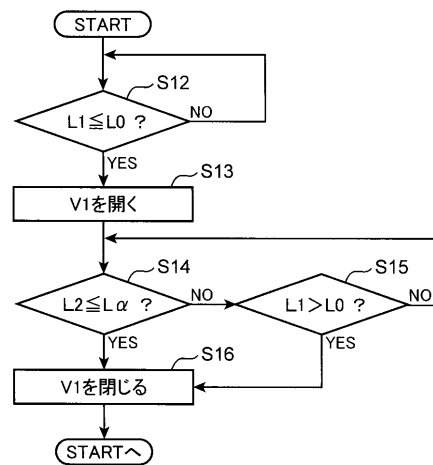
50

- 4 5 液面センサ
- 4 6 切替弁制御部
- 4 9 温度センサ
- V 1 戻し弁
- V 2 第 1 切替弁
- V 3 第 2 切替弁

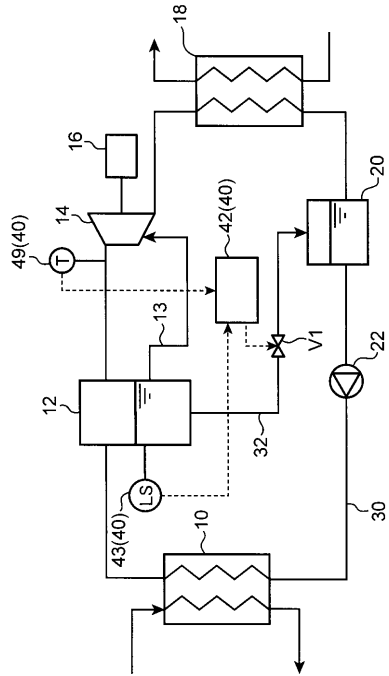
【 図 1 】



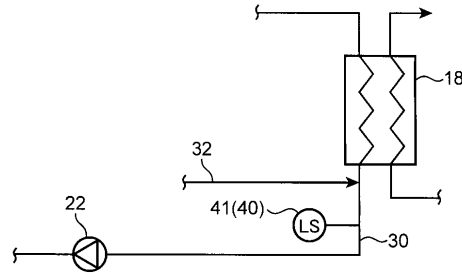
【 図 2 】



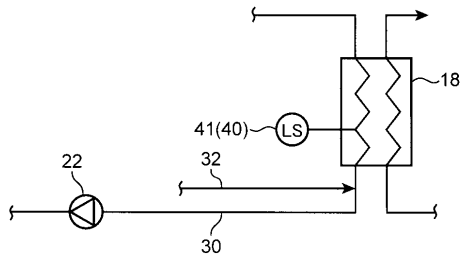
【 図 3 】



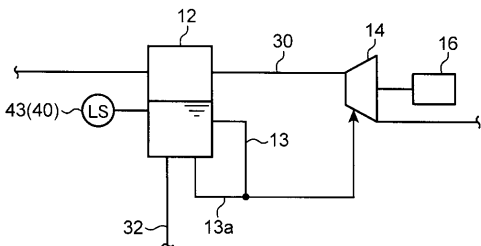
【 図 4 】



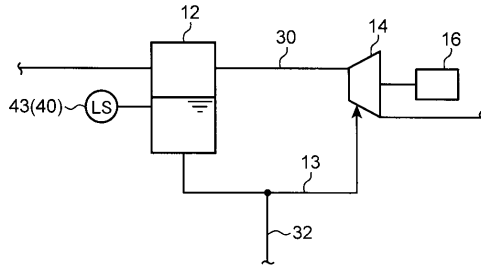
【 図 5 】



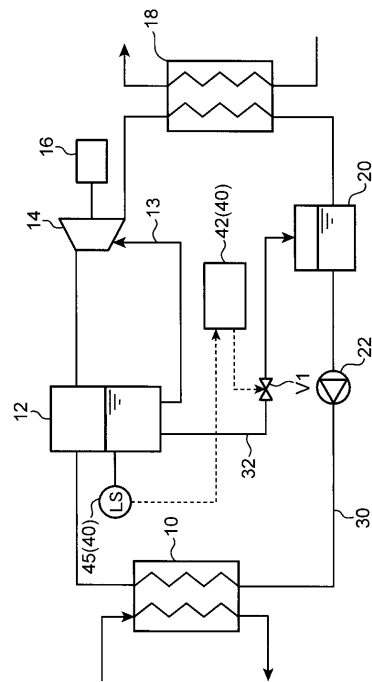
【 図 6 】



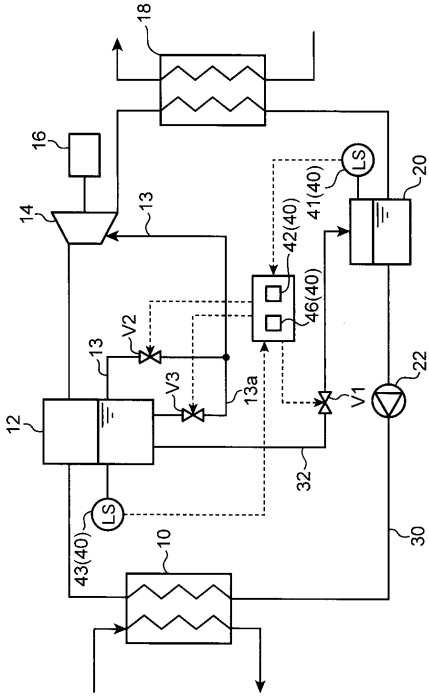
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



## フロントページの続き

- (72)発明者 橋本 宏一郎  
兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 3 番 1 号 株式会社神戸製鋼所高砂製作所内
- (72)発明者 西村 和真  
兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 3 番 1 号 株式会社神戸製鋼所高砂製作所内
- (72)発明者 高橋 和雄  
兵庫県神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内
- (72)発明者 田中 祐治  
兵庫県神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

審査官 瀬戸 康平

- (56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 2 8 3 6 7 5 ( J P , A )  
特開 2 0 1 1 - 1 2 2 5 6 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 4 - 3 4 6 8 4 3 ( J P , A )  
特開昭 6 0 - 2 0 6 9 1 2 ( J P , A )  
特開 2 0 0 4 - 3 3 9 9 6 5 ( J P , A )  
米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 0 3 4 6 8 4 ( U S , A 1 )  
米国特許出願公開第 2 0 1 1 / 0 1 2 0 1 5 4 ( U S , A 1 )

## (58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

F 0 1 C 1 / 0 0 - 2 1 / 1 8  
F 0 1 D 1 3 / 0 0 - 2 5 / 3 6  
F 0 1 K 1 / 0 0 - 2 7 / 0 2