

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-214922  
(P2015-214922A)

(43) 公開日 平成27年12月3日(2015.12.3)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)		
FO1D	19/00	(2006.01)	FO1D	19/00	Q	3G071		
FO1K	23/02	(2006.01)	FO1K	23/02	P	3G081		
FO1K	23/10	(2006.01)	FO1K	23/10	Q			
FO1K	27/02	(2006.01)	FO1K	27/02	A			
FO2G	5/00	(2006.01)	FO2G	5/00	C			

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-97892(P2014-97892)  
(22) 出願日 平成26年5月9日(2014.5.9)

(71) 出願人 000001199  
株式会社神戸製鋼所  
兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号

(74) 代理人 100067828  
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 足立 成人  
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

最終頁に続く

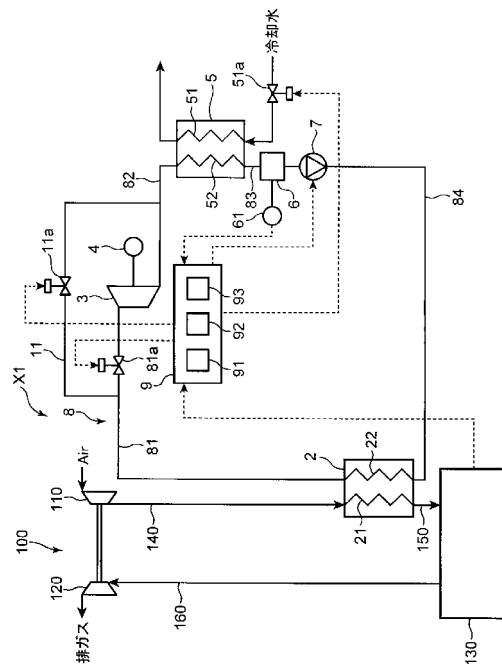
(54) 【発明の名称】 熱エネルギー回収装置および熱エネルギー回収装置の起動方法

(57) 【要約】

【課題】ポンプの上流に位置する貯留部内の液相の作動媒体の量を確保することができる熱エネルギー回収装置、および熱エネルギー回収装置の起動方法を提供する。

【解決手段】熱エネルギー回収装置X1は、熱媒体の熱によって作動媒体を蒸発させる加熱器2と、加熱器2から流出した作動媒体が流入する膨張機3と、膨張機3に接続される駆動機4と、冷却媒体によって膨張機3から流出した作動媒体を凝縮させる凝縮器5と、凝縮器5において凝縮された作動媒体を貯留する貯留部6と、貯留部6から流出した作動媒体を加熱器2へ送るポンプ7と、加熱器2、膨張機3、凝縮器5、貯留部6、およびポンプ7をこの順に接続する作動媒体の循環管路8と、ポンプ7の駆動を制御するポンプ制御部91と、を備え、ポンプ制御部91は、加熱器2に熱媒体が供給されるとともに凝縮器5に冷却媒体が供給された後に、ポンプ7を駆動する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

熱媒体の熱によって作動媒体を加熱する加熱器と、  
前記加熱器から流出した作動媒体が流入する膨張機と、  
前記膨張機に接続される動力回収機と、  
前記加熱器よりも上方に位置し、冷却媒体によって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、  
前記加熱器よりも上方に位置し、前記凝縮器において凝縮された作動媒体を貯留する貯留部と、  
前記加熱器よりも上方に位置し、前記貯留部から流出した作動媒体を前記加熱器へ送るポンプと、  
前記加熱器、前記膨張機、前記凝縮器、前記貯留部、および前記ポンプをこの順に接続する作動媒体の循環流路と、  
前記ポンプの駆動を制御するポンプ制御部と、を備え、  
前記ポンプ制御部は、前記加熱器に熱媒体が供給されるとともに前記凝縮器に冷却媒体が供給された後に、前記ポンプを駆動する、熱エネルギー回収装置。

10

**【請求項 2】**

前記貯留部は、当該貯留部に貯留された作動媒体の液面の高さを検出する液面センサを有し、  
前記ポンプ制御部は、前記液面センサの検出値に基づき前記貯留部に貯留された作動媒体の量が所定量以上となった場合に、前記ポンプを駆動する、請求項 1 に記載の熱エネルギー回収装置。

20

**【請求項 3】**

前記ポンプ制御部は、前記凝縮器へ冷却媒体の供給が開始されてから所定の時間が経過した後に、前記ポンプを駆動する、請求項 1 に記載の熱エネルギー回収装置。

**【請求項 4】**

前記加熱器と前記膨張機とを繋ぐ前記循環流路の第 1 流路に設けられる遮断弁と、  
前記膨張機および前記凝縮器を繋ぐ前記循環流路の第 2 流路と、前記第 1 流路のうち前記遮断弁よりも上流側の部位とを繋ぐバイパス流路と、  
前記バイパス流路に設けられるバイパス弁と、  
前記遮断弁および前記バイパス弁の開閉を制御する弁制御部と、をさらに備え、  
前記弁制御部は、前記ポンプの駆動前に、前記遮断弁を閉じるとともに前記バイパス弁を開放した状態とする、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の熱エネルギー回収装置。

30

**【請求項 5】**

前記循環流路のうち前記ポンプと前記加熱器とを繋ぐ流路が、前記ポンプに接続されるとともに上方に向かって凸となる屈曲部を備える、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の熱エネルギー回収装置。

**【請求項 6】**

前記凝縮器と前記貯留部とは、別部材である、請求項 1 ~ 5 のいずれ一項に記載の熱エネルギー回収装置。

40

**【請求項 7】**

前記循環流路のうち前記ポンプと前記加熱器とを繋ぐ流路には、開閉弁が設けられ、  
前記加熱器に熱媒体が供給されるとともに前記凝縮器に冷却媒体が供給された後に、前記開閉弁を開放し、前記ポンプを駆動する、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の熱エネルギー回収装置。

**【請求項 8】**

前記熱媒体は、エンジンに供給される過給空気、前記エンジンから排出される排ガス、または前記排ガスから熱を回収するエコノマイザにて発生した蒸気の少なくとも 1 つを含む、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の熱エネルギー回収装置。

**【請求項 9】**

50

熱媒体によって作動媒体を加熱する加熱器と、前記加熱器から流出した作動媒体が流入する膨張機と、前記膨張機に接続される動力回収機と、前記加熱器よりも上方に位置し冷却媒体によって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、前記加熱器よりも上方に位置し前記凝縮器において凝縮された作動媒体を貯留する貯留部と、前記加熱器よりも上方に位置し前記貯留部から流出した作動媒体を前記加熱器へ送るポンプと、を備え、前記加熱器、前記膨張機、前記凝縮器、前記貯留部、および前記ポンプがこの順に接続された熱エネルギー回収装置の起動方法であって、

前記加熱器に熱媒体を供給する第1ステップと、

前記凝縮器に冷却媒体を供給する第2ステップと、

前記第1ステップおよび前記第2ステップの後に前記ポンプを駆動する第3ステップと、を備える熱エネルギー回収装置の起動方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、排熱を回収する熱エネルギー回収装置および熱エネルギー回収装置の起動方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、各種の設備において発生する熱エネルギーを回収する装置が知られている。この装置の一例として、特許文献1には、熱媒体によって作動媒体液を蒸発させる加熱器と、作動媒体蒸気を膨張させる膨張機と、作動媒体蒸気を凝縮させる凝縮器と、作動媒体を循環させるポンプと、が直列接続された循環流路を備える発電装置が記載されている。特許文献1に記載された発電装置では、膨張機がスクリーロータを備えており、当該スクリーロータが膨張機において膨張した作動媒体蒸気によって回転する。このスクリーロータは、発電機に接続されており、当該発電機がスクリーロータの回転を電力に変換する。

20

【0003】

ここで、特許文献1に記載された発電装置は、ポンプの入り口側の作動媒体の圧力を検出する圧力センサと、ポンプの入り口側の作動媒体の温度から当該作動媒体の飽和蒸気圧力を検出する導出手段と、をさらに備えている。特許文献1に記載された発電装置は、圧力センサにおいて検出された圧力と導出手段において導出された飽和蒸気圧力との差圧に応じて作動媒体の循環量を調整することにより、ポンプにおけるキャビテーションの発生を抑制している。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2012-202374号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、凝縮器およびポンプが加熱器よりも上方に位置する場合、ポンプの停止時に液相の作動媒体が加熱器とポンプとの間の配管部分に溜まってしまい、ポンプの上流に存在する液相の作動媒体の量が不足してしまう。このような状態でポンプが始動されると、当該ポンプにおいてキャビテーションが発生することになる。特許文献1に開示される手法では、当該ポンプの始動時におけるキャビテーションの発生は避け難い。

40

【0006】

本発明は、上記の観点からなされたものであり、その目的は、熱エネルギー回収装置においてポンプの上流に位置する貯留部内の液相の作動媒体の量を確保することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

50

本発明に係る熱エネルギー回収装置は、熱媒体の熱によって作動媒体を加熱する加熱器と、前記加熱器から流出した作動媒体が流入する膨張機と、前記膨張機に接続される動力回収機と、前記加熱器よりも上方に位置し、冷却媒体によって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、前記加熱器よりも上方に位置し、前記凝縮器において凝縮された作動媒体を貯留する貯留部と、前記加熱器よりも上方に位置し、前記貯留部から流出した作動媒体を前記加熱器へ送るポンプと、前記加熱器、前記膨張機、前記凝縮器、前記貯留部、および前記ポンプをこの順に接続する作動媒体の循環流路と、前記ポンプの駆動を制御するポンプ制御部と、を備え、前記ポンプ制御部は、前記加熱器に熱媒体が供給されるとともに前記凝縮器に冷却媒体が供給された後に、前記ポンプを駆動する。

【0008】

熱エネルギー回収装置の停止時には、通常、加熱器への熱媒体の供給および凝縮器への冷却媒体の供給が停止される。このため、加熱器が貯留部よりも下方に配置される構造では、貯留部から流出した作動媒体がポンプを通過して加熱器の上流側に滞留してしまう。その結果、貯留部内の液相の作動媒体が不足し、ポンプを駆動する際にキャビテーションが発生する虞がある。

【0009】

これに対し、本発明に係る熱エネルギー回収装置では、ポンプの駆動前、すなわち、熱エネルギー回収装置の運転開始前に、加熱器に熱媒体が供給され、かつ、凝縮器に冷却媒体が供給される。これにより、貯留部内に十分な量の作動媒体を貯留することができる。

【0010】

また、前記貯留部は、当該貯留部に貯留された作動媒体の液面の高さを検出する液面センサを有し、前記ポンプ制御部は、前記液面センサの検出値に基づき前記貯留部に貯留された作動媒体の量が所定量以上となった場合に、前記ポンプを駆動することが好ましい。

【0011】

上記の熱エネルギー回収装置では、貯留部内の作動媒体の量を確実に確保した状態でポンプを駆動することができる。

【0012】

また、前記ポンプ制御部は、前記凝縮器へ冷却媒体の供給が開始されてから所定の時間が経過した後に、前記ポンプを駆動してもよい。

【0013】

上記の熱エネルギー回収装置では、液面センサを設ける必要がないため、コストを低減することができる。

【0014】

また、前記加熱器と前記膨張機とを繋ぐ前記循環流路の第1流路に設けられる遮断弁と、前記膨張機および前記凝縮器を繋ぐ前記循環流路の第2流路と、前記第1流路のうち前記遮断弁よりも上流側の部位とを繋ぐバイパス流路と、前記バイパス流路に設けられるバイパス弁と、前記遮断弁および前記バイパス弁の開閉を制御する弁制御部と、をさらに備え、前記弁制御部は、前記ポンプの駆動前に、前記遮断弁を閉じるとともに前記バイパス弁を開放した状態とすることが好ましい。

【0015】

上記の熱エネルギー回収装置では、膨張機を跨いで第1流路と第2流路とを繋ぐバイパス流路が設けられており、ポンプの駆動が開始される前に加熱器において蒸発した作動媒体が第1流路、バイパス流路、および第2流路を通じて凝縮器へ流入する。すなわち、上記の熱エネルギー回収装置では、ポンプの駆動が開始される前に加熱器において蒸発した作動媒体が膨張機を通じることなく凝縮器へ流入することになる。このため、加熱器において蒸発した作動媒体を効率的に凝縮器へ流入させることができる。

【0016】

また、前記循環流路のうち前記ポンプと前記加熱器とを繋ぐ流路が、前記ポンプに接続されるとともに上方に向かって凸となる屈曲部を備えることが好ましい。

【0017】

10

20

30

40

50

上記の熱エネルギー回収装置では、ポンプの駆動前に貯留部から加熱器へと作動媒体が流れてしまうことが抑制され、当該貯留部に液相の作動媒体をより速やかに蓄えることができる。

【0018】

また、前記凝縮器と前記貯留部とは、別部材であることが好ましい。

【0019】

上記の熱エネルギー回収装置では、凝縮器内に液相の作動媒体が貯留されることが抑止されるため、当該凝縮器のうち作動媒体の流入側の圧力を低減することが可能となり、これにより動力回収機において効率よくエネルギーを回収することができる。

【0020】

また、前記循環流路のうち前記ポンプと前記加熱器とを繋ぐ流路には、開閉弁が設けられ、前記加熱器に熱媒体が供給されるとともに前記凝縮器に冷却媒体が供給された後に、前記開閉弁を開放し、前記ポンプを駆動することが好ましい。

【0021】

上記の熱エネルギー回収装置では、ポンプの駆動停止時に開閉弁を閉じることによって、当該ポンプの駆動前に加熱器へと作動媒体が流れてしまうことが防止され、貯留部内に液相の作動媒体をより速やかに蓄えることができる。

【0022】

また、前記熱媒体は、エンジンに供給される過給空気、前記エンジンから排出される排ガス、または前記排ガスから熱を回収するエコマイザにて発生した蒸気の少なくとも1つを含むことが好ましい。

【0023】

上記の熱エネルギー回収装置は、例えば揺れが生じやすい船舶や車両等の移動体に搭載され、当該移動体のエンジン周辺において発生した熱エネルギーを回収することができる。

【0024】

また、本発明は、熱媒体によって作動媒体を加熱する加熱器と、前記加熱器から流出した作動媒体が流入する膨張機と、前記膨張機に接続される動力回収機と、前記加熱器よりも上方に位置し冷却媒体によって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、前記加熱器よりも上方に位置し前記凝縮器において凝縮された作動媒体を貯留する貯留部と、前記加熱器よりも上方に位置し前記貯留部から流出した作動媒体を前記加熱器へ送るポンプと、を備え、前記加熱器、前記膨張機、前記凝縮器、前記貯留部、および前記ポンプがこの順に接続された熱エネルギー回収装置の起動方法であって、前記加熱器に熱媒体を供給する第1ステップと、前記凝縮器に冷却媒体を供給する第2ステップと、前記第1ステップおよび前記第2ステップの後に前記ポンプを駆動する第3ステップと、を備える。

【0025】

上記の熱エネルギー回収装置の起動方法では、加熱器に熱媒体を供給するとともに凝縮器に冷却媒体を供給した後にポンプを駆動するため、当該ポンプの駆動前に貯留部に十分な量の作動媒体を貯留することができる。

【発明の効果】

【0026】

本発明によれば、ポンプの上流に位置する貯留部内の液相の作動媒体の量を確保することができる熱エネルギー回収装置、および熱エネルギー回収装置の起動方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本実施形態に係る熱エネルギー回収装置の概略構成図である。

【図2】本実施形態に係る熱エネルギー回収装置における起動制御の手順を示すフローチャートである。

10

20

30

40

50

【図3】本実施形態に係る熱エネルギー回収装置の変形例1である。

【図4】本実施形態に係る熱エネルギー回収装置の変形例2であって、図1と同様の概略構成図である。

【図5】図4に示す変形例2の起動制御の手順を示すフローチャートである。

【図6】本実施形態に係る熱エネルギー回収装置の変形例3であって、起動制御の手順を示すフローチャートである。

【図7】本実施形態に係る熱エネルギー回収装置の変形例4であって、図1と同様の概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

10

以下、本発明の一実施形態について、図面を参照しながら説明する。但し、以下で参照する各図は、説明の便宜上、本実施形態に係る熱エネルギー回収装置を説明するために必要な主要部材を簡略化して示したものである。したがって、本実施形態に係る熱エネルギー回収装置は、本明細書が参照する各図に示されていない任意の構成部材を備え得る。

【0029】

図1に示されるように、熱エネルギー回収装置X1は、加熱器2、膨張機3、動力回収機4、凝縮器5、貯留部6、ポンプ7、循環流路8、バイパス流路11、遮断弁81aおよび制御部9を備えている。そして、循環流路8が加熱器2、膨張機3、凝縮器5、貯留部6、およびポンプ7をこの順に接続している。以下の説明では、循環流路8のうち加熱器2と膨張機3とを繋ぐ部位を「第1流路81」という。膨張機3と凝縮器5とを繋ぐ部位を「第2流路82」という。凝縮器5とポンプ7とを繋ぐ部位を「第3流路83」という。ポンプ7と加熱器2とを繋ぐ部位を「第4流路84」という。

20

【0030】

本実施形態では、熱エネルギー回収装置X1は、船舶に搭載され、過給機付エンジン100の排熱を回収するように用いられる。なお、熱エネルギー回収装置X1は、例えば車両に搭載されてもよいし、工場等における各種の設備に適用されてもよい。

【0031】

過給機付エンジン100は、過給機、エンジン130、掃気ライン140、150、および排気ライン160を有している。過給機は、圧縮機110、および当該圧縮機110に接続されたタービン120を有している。圧縮機110で圧縮された過給空気は、掃気ライン140、150を通じてエンジン130に供給される。エンジン130からの排ガスは、排気ライン160を通じてタービン120に送られる。タービン120は、排ガスの膨張エネルギーによって駆動され、このタービン120の駆動力により圧縮機110が駆動される。本実施形態に係る熱エネルギー回収装置X1では、加熱器2が掃気ライン140と掃気ライン150の間に位置しており、掃気ライン140から掃気ライン150へと移動する過給空気の排熱を回収することができる。

30

【0032】

加熱器2は、熱媒体流路21および作動媒体流路22を有している。熱媒体流路21は、圧縮機110からの過給空気が流れる流路であり、一端が掃気ライン140に接続されているとともに他端が掃気ライン150に接続されている。作動媒体流路22は、作動媒体が流れる流路である。加熱器2は、熱媒体流路21を流れる過給空気と作動媒体流路22を流れる液相の作動媒体とを熱交換させることによって、当該作動媒体を蒸発させる。

40

【0033】

膨張機3は、循環流路8における加熱器2の下流側に位置している。膨張機3と加熱器2の作動媒体流路22とは、循環流路8の第1流路81を介して互いに接続されている。加熱器2において蒸発した作動媒体は、第1流路81を通じて膨張機3に流入する。

【0034】

本実施形態では、膨張機3として、気相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。なお、膨張機3としては、容積式のスクリュウ膨張機に限らず、遠心式のものやスクロールタイプのもの等が用

50

いられてもよい。

【0035】

動力回収機4は、膨張機3に接続されている。本実施形態では、動力回収機4として発電機が用いられている。この動力回収機4は、膨張機3の一对のスクローロータのうち一方に接続された回転軸を有している。動力回収機4は、前記回転軸が前記スクロー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4として、発電機その他、圧縮機等が用いられてもよい。

【0036】

凝縮器5は、循環流路8における膨張機3の下流側に位置している。また、凝縮器5は、重力方向において加熱器2よりも上方に配置されている。凝縮器5は、冷却水流路51および作動媒体流路52を有している。冷却水流路51は、冷却水が流れる流路である。作動媒体流路52は、作動媒体が流れる流路である。作動媒体流路52は、循環流路8の第2流路82を介して膨張機3に接続されている。膨張機3から流出した気相の作動媒体は、第2流路82を通じて凝縮器5の作動媒体流路52に流入する。そして、作動媒体流路52を流れる気相の作動媒体と冷却水流路51を流れる冷却水との間で熱交換が行われることにより、当該作動媒体が凝縮される。なお、冷却水流路51を流れる冷却水としては、例えば海水が使用されるが、これに限らず、作動媒体流路52を流れる気相の作動媒体を凝縮可能な冷却媒体であればよい。

10

【0037】

貯留部6は、循環流路8の第3流路83上にて凝縮器5の下流側に位置している。また、貯留部6は、重力方向において凝縮器5よりも下方に位置し、かつ、加熱器2よりも上方に配置されている。凝縮器5の作動媒体流路52とポンプ7とは、第3流路83を介して互いに接続されており、貯留部6が当該第3流路83の途中に設けられている。凝縮器5において凝縮された作動媒体は、第3流路83に流入するとともに、当該第3流路83の途中に設けられた貯留部6に貯留される。

20

【0038】

ポンプ7は、循環流路8における貯留部6の下流側に位置している。また、ポンプ7は、重力方向において凝縮器5および貯留部6よりも下方に位置し、かつ、加熱器2よりも上方に位置する。ポンプ7と加熱器2の作動媒体流路22とは、循環流路8の第4流路84を介して互いに接続されている。貯留部6に貯留された液相の作動媒体は、ポンプ7に流入するとともに、当該ポンプ7によって所定の圧力で加熱器2の作動媒体流路22へ送られる。ポンプ7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。

30

【0039】

遮断弁81aは循環流路の第1流路81に設けられる。バイパス流路11は、膨張機3を迂回して第1流路81と第2流路82とを繋ぐ流路である。バイパス流路11の一端は、第1流路81のうち遮断弁81aよりも上流側の部位に接続されている。バイパス流路11の他端は、第2流路82の所定箇所に接続されている。これにより、加熱器2において蒸発した作動媒体は、膨張機3を通じて凝縮器5へ流入することができるとともに、膨張機3を通じることなくバイパス流路11を通じて凝縮器5へ流入することもできる。

40

【0040】

制御部9は、熱エネルギー回収装置X1の駆動中の制御以外に起動を制御する役割も果たし、ポンプ制御部91と、弁制御部92と、判定部93と、を機能的に有している。

【0041】

判定部93は、貯留部6に設けられた液面センサ61からの信号を受けて、貯留部6に液相の作動媒体が十分に貯留されているか否かを判定する。

【0042】

ポンプ制御部91は、判定部93から判定信号を受けた場合に、ポンプ7の駆動を開始させる制御を行う。

【0043】

50

弁制御部 9 2 は、バイパス弁 1 1 a の開閉制御、遮断弁 8 1 a の開閉制御、および、凝縮器 5 の冷却水流路 5 1 の上流に設けられた開閉弁 5 1 a の開閉制御を行う。

【 0 0 4 4 】

制御部 9 では、ポンプ制御部 9 1、弁制御部 9 2、および判定部 9 3 の機能が例えばメモリに記憶されたプログラムを CPU によって実行することにより実現されている。

【 0 0 4 5 】

ところで、熱エネルギー回収装置 X 1 の停止時、すなわち、ポンプ 7 の停止時には、加熱器 2 が貯留部 6 よりも重力方向において下方に位置することから、第 4 流路 8 4、すなわち、ポンプ 7 と加熱器 2 との間の循環流路 8 の部位に液相の作動媒体が溜まってしまふ。なお、第 4 流路 8 4 に溜まる液相の作動媒体には、貯留部 6 からポンプ 7 内の部材の隙間を介して第 4 流路 8 4 へと漏れ出したものもある。その結果、貯留部 6 内の液相の作動媒体が不足してしまい、仮に不足状態でポンプ 7 を起動してしまうと、ポンプ 7 内に気相の作動媒体が侵入し、キャピテーションが生じる虞がある。

10

【 0 0 4 6 】

そこで、熱エネルギー回収装置 X 1 の起動時には以下の制御が行われる。図 2 は熱エネルギー回収装置における起動制御の手順を示すフローチャートである。

【 0 0 4 7 】

まず、制御部 9 にて加熱器 2 の熱媒体流路 2 1 に熱媒体が供給されたか否かが繰り返し確認される (ステップ Op 1)。この熱媒体の供給の有無については、エンジン 1 3 0 の回転数、掃気ライン 1 4 0 の温度、あるいは掃気ライン 1 4 0 の圧力等に基づいて判定される。また、加熱器 2 の下流側における作動媒体の圧力や温度に基づいて熱媒体の供給の有無が判定されてもよい。

20

【 0 0 4 8 】

熱媒体が加熱器 2 に供給されると (ステップ Op 1 にて Yes)、弁制御部 9 2 は、バイパス弁 1 1 a を開くとともに (ステップ Op 2)、遮断弁 8 1 a を閉じる制御を行う (ステップ Op 3)。なお、遮断弁 8 1 a は予め閉じられていてもよい。さらに、弁制御部 9 2 は開閉弁 5 1 a を開き、冷却水流路 5 1 に冷却水が供給される (ステップ Op 4)。第 4 流路 8 4 に溜まった液相の作動媒体は加熱器 2 にて加熱され、蒸発した作動媒体は第 1 流路 8 1、バイパス流路 1 1、および第 2 流路 8 2 を通じて凝縮器 5 の作動媒体流路 5 2 に流入する。作動媒体流路 5 2 に流入した作動媒体は冷却水流路 5 1 を流れる冷却水により冷却されて凝縮する。このような手順 (ステップ Op 1 ~ ステップ Op 4) によって、ポンプ 7 が駆動される前に凝縮器 5 から当該凝縮器 5 の下流に位置する貯留部 6 へと液相の作動媒体が送られる。

30

【 0 0 4 9 】

そして、液面センサ 6 1 が貯留部 6 内の液相の作動媒体の液面の高さを検出し (ステップ Op 5)、判定部 9 3 が液面センサ 6 1 の検出値に基づき貯留部 6 内に十分な量の液相の作動媒体が貯留されているか否かを判定する (ステップ Op 6)。貯留部 6 内の液相の作動媒体が所定量未満である場合には、所定量以上となるまで連続的あるいは断続的に作動媒体の液面の高さが検出される。そして、判定部 9 3 が貯留部 6 内に所定量以上の液相の作動媒体が貯留されていると判定すると (ステップ Op 6 にて Yes)、当該貯留が完了したことを示す判定信号がポンプ制御部 9 1 および弁制御部 9 2 へ送信される。

40

【 0 0 5 0 】

判定部 9 3 から前記判定信号を受けた弁制御部 9 2 は、遮断弁 8 1 a を開くとともに (ステップ Op 7)、バイパス弁 1 1 a を閉じる制御を行い (ステップ Op 8)、加熱器 2 から膨張機 3 を通じて凝縮器 5 に至る流路を開放する。また、判定部 9 3 から前記判定信号を受けたポンプ制御部 9 1 は、ポンプ 7 の駆動を開始させる制御を行う (ステップ Op 9)。

【 0 0 5 1 】

以上に説明した起動制御が行われると、ポンプ 7 は貯留部 6 から液相の作動媒体を吸入し、加熱器 2 へと送る。加熱器 2 にて蒸発した作動媒体は膨張機 3 に流入し、作動媒体に

50



より膨張機 3 が駆動される。発電機 4 は膨張機 3 の駆動力により駆動される。膨張機 3 を通過した作動媒体は凝縮器 5 にて凝縮され、貯留部 6 へと戻される。

【 0 0 5 2 】

以上、本実施形態に係る熱エネルギー回収装置 X 1 の構造および起動時の動作について説明したが、熱エネルギー回収装置 X 1 の起動時には、加熱器 2 の熱媒体流路 2 1 に熱媒体が供給されるとともに凝縮器 5 の冷却水流路 5 1 に冷却水が供給された後にポンプ 7 が駆動される。このため、ポンプ 7 の駆動前に、第 4 流路 8 4 に溜まった液相の作動媒体を貯留部 6 へと戻すことができ、液相の作動媒体が貯留部 6 内に確保される。その結果、気相の作動媒体がポンプ 7 に侵入してしまうことが防止され、キャビテーションの発生が防止される。

10

【 0 0 5 3 】

熱エネルギー回収装置 X 1 が船舶などの移動体に搭載される場合には、移動体の揺れにより貯留部 6 内の液面が波立ってしまうことがあるが、貯留部 6 に十分な量の液相の作動媒体が確保されることから、ポンプ 7 に気相の作動媒体が侵入してしまうことが防止される。

【 0 0 5 4 】

本実施形態に係る熱エネルギー回収装置 X 1 では、貯留部 6 に設けられた液面センサ 6 1 が液相の作動媒体の液面の高さを検知しており、液相の作動媒体を貯留部 6 内に確実に確保することができる。

【 0 0 5 5 】

20

さらに、ポンプ 7 の駆動前に、凝縮器 5 に冷却水が供給されるのに伴い遮断弁 8 1 a が閉じられるとともにバイパス弁 1 1 a が開放される。加熱器 2 において蒸発した作動媒体がバイパス弁 1 1 a を通じて凝縮器 5 へ流入することにより、作動媒体を効率よく凝縮させることができる。

【 0 0 5 6 】

凝縮器 5 と貯留部 6 とが別部材であることにより、液化した作動媒体を速やかに凝縮器 5 外部へと排出することが可能となる。これにより、凝縮器 5 の作動媒体流路 5 2 の流入側の圧力を低減することが可能となり、発電効率を向上することができる。

【 0 0 5 7 】

熱エネルギー回収装置 X 1 の起動制御では、ポンプ 7 の駆動を開始させるポンプ駆動制御（ステップ Op 9）と、ポンプ駆動制御前に作動媒体を貯留部 6 に貯留させるための貯留制御（ステップ Op 1 ~ Op 8）とが必ずしも連続的に行われる必要はない。例えば、熱エネルギー回収装置 X 1 の停止後であっても熱媒体の供給が一定時間維持される場合には、停止後に貯留制御を行って事前に作動媒体を貯留することにより、所望のタイミングにてポンプ駆動制御を行うことができる。以下の他の制御動作においても同様である。

30

【 0 0 5 8 】

以下、本実施形態に係る熱エネルギー回収装置 X 1 の変形例について、図 3 ~ 図 7 を参照しつつ説明する。

【 0 0 5 9 】

図 3 に示す変形例では、ポンプ 7 の下流側に位置する第 4 流路 8 4 が、上方に向かって凸状となるように曲がる部分を有する屈曲部 8 4 a を備える。屈曲部 8 4 の図 3 における右側の端部がポンプ 7 に接続される。これにより、熱エネルギー回収装置 X 1 の停止時には、屈曲部 8 4 a のうち上流側の部分に液相の作動媒体が溜まることとなり、ポンプ 7 からの漏出が抑制される。その結果、貯留部 6 に十分な量の作動媒体をより速やかに貯留することができる。

40

【 0 0 6 0 】

図 4 に示す変形例では、第 4 流路 8 4 に開閉弁 8 4 b が設けられている。開閉弁 8 4 b は、熱エネルギー回収装置 X 1 の運転停止に伴って閉じられる。図 5 は熱エネルギー回収装置 X 1 の起動時における動作例を示す図である。熱エネルギー回収装置 X 1 の動作はステップ Op 10 を除き図 2 と同様である。まず、熱媒体が加熱器 2 に供給されると、バイ

50

パス弁 11 a が開放されるとともに遮断弁 81 a が閉じられ、凝縮器 5 の冷却水流路 51 へ冷却水が供給される（ステップ Op 1 ~ Op 4）。液面センサ 61 が貯留部 6 内の液相の作動媒体の液面の高さを検出し（ステップ Op 5）、判定部 93 が貯留部 6 に十分な量の液相の作動媒体が貯留されていると判定すると（ステップ Op 6 にて Yes）、遮断弁 81 a が開放されるとともにバイパス弁 11 a が閉じられる（ステップ Op 7, Op 8）。そして、弁制御部 92 により開閉弁 85 b が開放され（ステップ Op 10）、ポンプ制御部 91 が、ポンプ 7 を駆動させる（ステップ Op 9）。

#### 【0061】

図 4 に示す変形例では、開閉弁 84 b が設けられることにより、熱エネルギー回収装置 X1 の停止中にポンプ 7 よりも下流側の第 4 流路 84 へと液相の作動媒体が漏出してしま 10  
うことを防止することができる。第 4 流路 84 に漏出する作動媒体の量が抑えられることにより、熱エネルギー回収装置 X1 の起動を速やかに行うことができるとともに、熱エネルギー回収装置 X1 にて使用される作動媒体の量を抑えることも可能となる。

#### 【0062】

図 6 に示す変形例では、貯留部 6 に取り付けられていた液面センサ 61 が省略され、図 2 に示すステップ Op 5 およびステップ Op 6 に代えて、ステップ Op 11 が挿入されて 20  
いる。弁制御部 92 は、凝縮器 5 の冷却水流路 51 への冷却水の供給が開始されてから予め設定された所定時間が経過した場合に（ステップ Op 11 にて Yes）、遮断弁 81 a を開くとともに（ステップ Op 7）、バイパス弁 11 を閉じる（ステップ Op 8）。このとき、弁制御部 92 は、ポンプ制御部 91 に対して前記所定時間の経過信号を送信する。 20  
そして、弁制御部 92 から前記経過信号を受けたポンプ制御部 91 は、ポンプ 7 の駆動を開始させる制御を行う（ステップ Op 9）。このような手順によれば、液面センサ 61 を省略することができ、熱エネルギー回収装置 X1 のコストを低減することができる。

#### 【0063】

以上説明した本実施形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる。

#### 【0064】

例えば、図 2 に示す起動時の動作において、ステップ Op 2 ~ ステップ Op 4 が同時に行われてもよい。ステップ Op 7 ~ ステップ Op 9 も同様である。また、凝縮器 5 への冷却水の供給と、加熱器 2 への熱媒体の供給とが同時に行われてもよく、冷却水の供給が先行して行われてもよい。熱媒体および冷却水を加熱器 2 および凝縮器 5 へ流入させる前に、予め遮断弁 81 a を閉じ、かつ、バイパス弁 11 を開いていてもよい。このように、熱エネルギー回収装置 X1 では、図 2 とは異なる時系列にて各工程を行うこともできる。図 5 および図 6 の動作においても同様である。

#### 【0065】

さらに、上記実施形態では、必ずしも冷却水の供給制御が行われる必要はなく、冷却水が冷却水流路 51 に常時供給される場合には、ステップ Op 4 は不要となる。

#### 【0066】

熱エネルギー回収装置 X1 では、遮断弁 81 a が省略され、加熱器 2 にて蒸発した作動媒体の一部が膨張機 3 を通じて凝縮器 5 に流入してもよい。これにより、より多くの電力を生成することが可能となる。また、作動媒体の貯留制御の時間が十分に確保される場合には、バイパス弁 11 a を閉じた状態で作動媒体の全量が膨張機 3 を通じて凝縮器 5 へ流入されてもよい。

#### 【0067】

上記実施形態では凝縮器 5 および貯留部 6 が一繋がりの部材とされてもよい。この場合、貯留部 6 に設けられていた液面センサ 61 は、貯留部として機能する凝縮器 5 の下流部に設けられることになる。なお、液面センサ 61 は、必ずしも凝縮器 5 に設けられる必要はなく、第 3 流路 83 のポンプ 7 よりも上流側の部位に設けられていてもよい。 50

## 【 0 0 6 8 】

また、本実施形態では、制御部 9 が判定部 9 3 を機能的に有しているが、これに限らず、液面センサ 6 1 の検出値に基づき、操作者がポンプ制御部 9 1 および弁制御部 9 2 を指示してステップ Op 7 ~ ステップ Op 9、ステップ Op 1 0 の制御を行ってもよい。

## 【 0 0 6 9 】

熱エネルギー回収装置 X 1 では、複数の熱交換器により加熱器が構成されてもよい。図 7 に示す変形例では、過給機 1 0 0 の圧縮機 1 1 0 で圧縮された過給空気からの熱を回収する熱交換器 2 a と、熱交換器 2 a の下流側にエコマイザ 2 0 0 からの蒸気の熱を回収する熱交換器 2 b が設けられている。熱交換器 2 a、2 b により加熱器 2 が構成される。エコマイザ 2 0 0 は、過給機付エンジン 1 0 0 からの排ガスの熱を回収する役割を有し、当該回収に伴って発生する蒸気が熱交換器 2 b の熱媒体流路 2 1 b に流入する。そして、熱媒体流路 2 1 b を通過する蒸気と作動媒体流路 2 2 b を通過する作動媒体との間で熱交換が行われることになる。図 7 の構造では、熱交換器 2 b にて作動媒体が全て蒸気となるのであれば、熱交換器 2 a にて液相の作動媒体の全量が必ずしも蒸発する必要はない。

10

## 【 0 0 7 0 】

熱エネルギー回収装置 X 1 では、熱媒体としてエンジン 1 3 0 から排出される排ガスの熱を直接的に回収する熱交換器が設けられてもよい。このように、熱エネルギー回収装置 X 1 は、熱媒体として、エンジン 1 3 0 に供給される過給空気、エンジン 1 3 0 から排出される排ガス、または、排ガスから熱を回収するエコノマイザ 2 0 0 にて生成される蒸気の少なくとも 1 つを含む構成とされる。

20

## 【 符号の説明 】

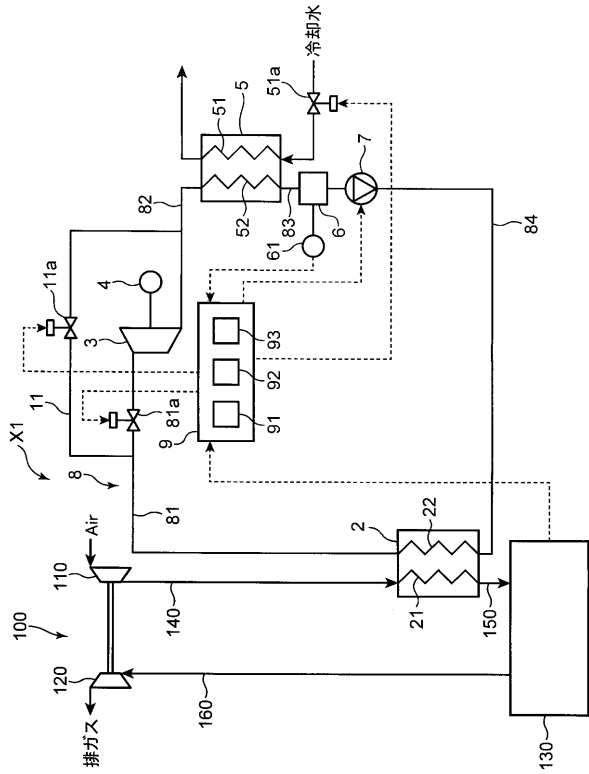
## 【 0 0 7 1 】

X 1	熱エネルギー回収装置
1 1	バイパス流路
1 1 a	バイパス弁
2	加熱器
3	膨張機
4	動力回収機
5	凝縮器
6	貯留部
6 1	液面センサ
7	ポンプ
8	循環流路
8 1	第 1 流路
8 1 a	遮断弁
8 2	第 2 流路
8 4	第 4 流路
8 4 a	屈曲部
8 4 b	開閉弁
9	制御部
9 1	ポンプ制御部
9 2	弁制御部

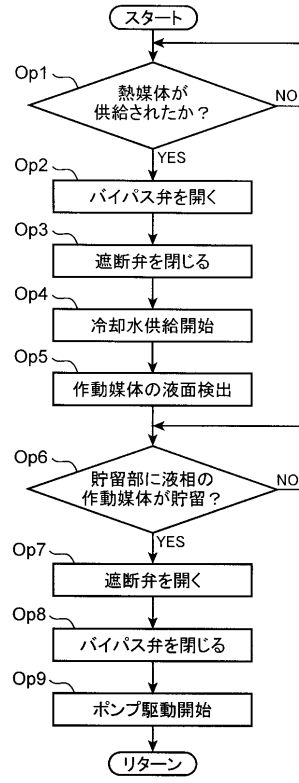
30

40

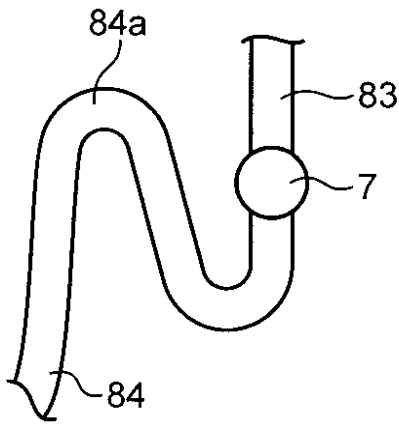
【 図 1 】



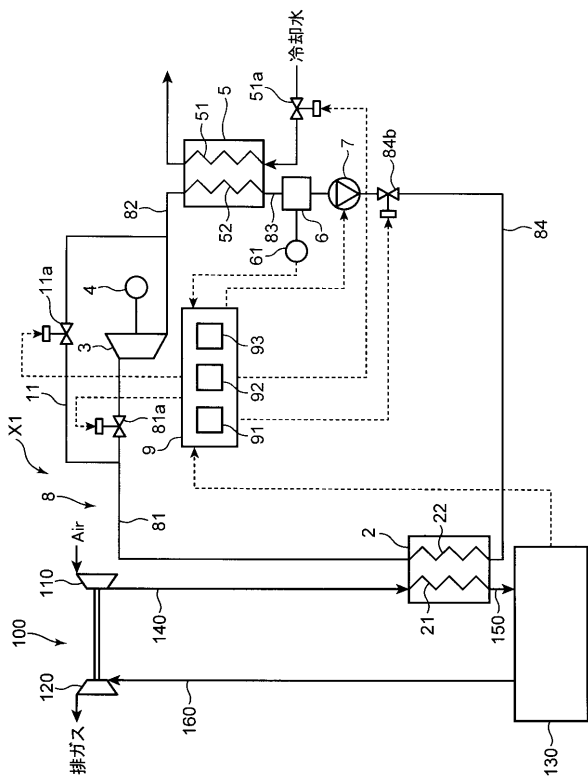
【 図 2 】



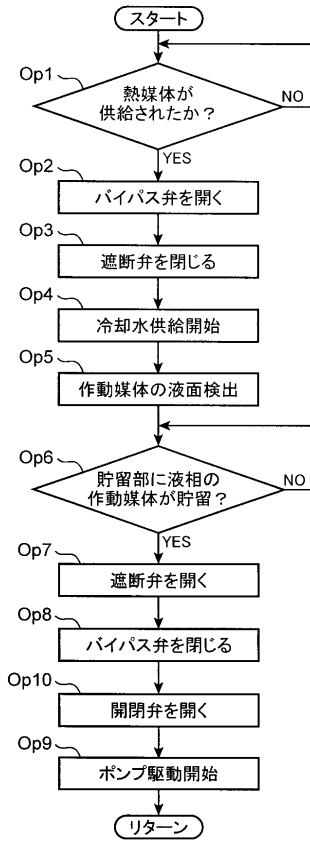
【 図 3 】



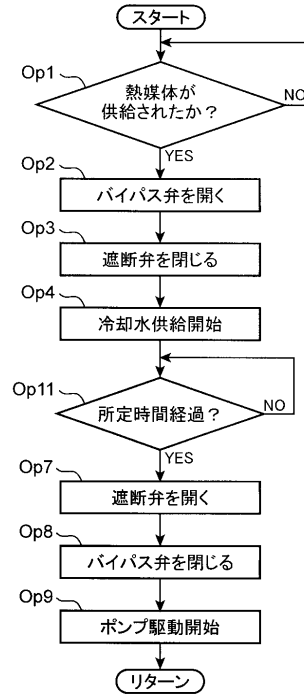
【 図 4 】



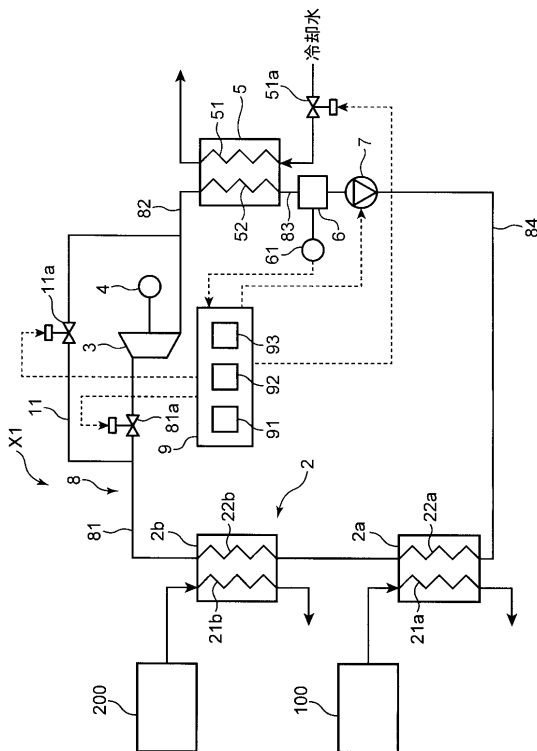
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I			テーマコード(参考)
<b>F 0 2 G 5/02 (2006.01)</b>	F 0 2 G	5/02	B	
<b>F 0 1 K 25/10 (2006.01)</b>	F 0 1 D	19/00	P	
	F 0 1 K	25/10	N	

(72)発明者 成川 裕

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 福田 貴之

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

Fターム(参考) 3G071 BA22 CA01 DA11 FA03 FA06

3G081 BA18 BC03 DA06 DA13 DA16