

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5551508号  
(P5551508)

(45) 発行日 平成26年7月16日(2014.7.16)

(24) 登録日 平成26年5月30日(2014.5.30)

(51) Int. Cl.		F I	
<b>FO1K</b>	<b>25/10</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1K 25/10 P
<b>FO2G</b>	<b>5/02</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2G 5/02 A
<b>FO2G</b>	<b>5/04</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2G 5/04 L
<b>FO1P</b>	<b>3/22</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1P 3/22 A
<b>FO1K</b>	<b>25/00</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1K 25/00 G

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2010-110905 (P2010-110905)  
 (22) 出願日 平成22年5月13日 (2010.5.13)  
 (65) 公開番号 特開2010-265899 (P2010-265899A)  
 (43) 公開日 平成22年11月25日 (2010.11.25)  
 審査請求日 平成25年3月7日 (2013.3.7)  
 (31) 優先権主張番号 0902316  
 (32) 優先日 平成21年5月13日 (2009.5.13)  
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)

(73) 特許権者 591007826  
 イエフベ エネルジ ヌヴェル  
 I F P E N E R G I E S N O U V E L  
 L E S  
 フランス国 92852 リュエイユ マ  
 ルメゾン セデックス アヴニユ ド ボ  
 ワーブレオ 1エ4  
 (74) 代理人 100123788  
 弁理士 宮崎 昭夫  
 (74) 代理人 100127454  
 弁理士 緒方 雅昭  
 (72) 発明者 アレクサンドル デュパルシー  
 フランス国 75018 パリ ル アン  
 ドル デル サルト 15

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ランキンサイクルに従って動作する閉じた循環路内を循環する作動流体の制御装置及びその使用方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ランキンサイクルに従って動作する閉じた循環路(10)内を循環する作動流体を制御する制御装置であって、前記循環路が、高温熱源(28)からの高温流体(Ch)が接触し前記作動流体を蒸発させる熱交換器(22)と、入口(32)と蒸気相の前記作動流体を排出する出口(34)とを備えた膨張手段(30)と、低温流体(Fr)が接触し蒸気相の前記作動流体を凝縮させる冷却交換器(40)と、液相の前記作動流体用の循環圧縮ポンプ(12)と、を有する装置において、

作動流体の加圧貯蔵タンク(56)と、該貯蔵タンクと前記循環路(10)との間の選択的な流体循環手段(60, 64; 62, 66)とを有し、

該流体循環手段は、絞り手段(64, 66)によって制御される2つの流体循環配管(60, 62)を有し、

前記膨張手段(30)の入口(32)と出口(34)で所望の流量および圧力を得るために、前記作動流体を前記循環路(10)内へ供給するか、又は前記作動流体を該循環路から抜き出すように、前記2つの流体循環配管のうち的一方(60)は、前記貯蔵タンク(56)と前記作動流体用の循環圧縮ポンプ(12)の入口とを連結し、もう一方の配管(62)は、前記貯蔵タンク(56)と前記作動流体用の循環圧縮ポンプ(12)の出口とを連結していることを特徴とする制御装置。

【請求項 2】

前記熱源（28）は、内燃機関の排気ガスから得られる、請求項1に記載の制御装置。

【請求項3】

ランキンサイクルに従って動作する閉じた循環路（10）内を循環する作動流体を制御する制御方法であって、前記循環路が、高温熱源（28）からの高温流体（Ch）が接触し前記作動流体を蒸発させる熱交換器（22）と、入口（32）と蒸気相の前記作動流体を排出する出口（34）とを備えた膨張手段（30）と、低温流体（Fr）が接触し蒸気相の前記作動流体を凝縮させる冷却交換器（40）と、液相の前記作動流体用の循環圧縮ポンプ（12）と、を有する方法において、

前記高温熱源（28）からのエネルギーの最大量を回収するように前記膨張手段（30）の入口（32）と出口（34）で所望の流量および圧力を得るために、前記作動流体用の循環圧縮ポンプ（12）の入口側の前記循環路（10）内へ前記作動流体を供給するか、又は前記作動流体用の循環圧縮ポンプ（12）の出口側の前記循環路（10）から前記作動流体を抜き出して加圧式貯蔵タンク（56）内へ供給することによって、前記循環路に含まれる前記作動流体の質量を変更することを含む制御方法。

10

【請求項4】

前記膨張手段の入口（32）と出口（34）における流量と圧力の値の少なくとも一方が前記所望の流量および圧力よりも低い場合、前記循環路内にすでに含まれている前記作動流体に作動流体を付加することを含む、請求項3に記載の制御方法。

【請求項5】

前記循環路内にすでに含まれている前記作動流体に、作動流体貯蔵タンク（56）に收容されている作動流体を付加することを含む、請求項4に記載の制御方法。

20

【請求項6】

前記膨張手段の入口（32）と出口（34）における流量と圧力の値の少なくとも一方が前記所望の流量および圧力よりも高い場合、前記循環路内に存在する前記作動流体の一部を抜き出すことを含む、請求項3に記載の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ランキンサイクルに従って動作する閉じた循環路の制御装置に関する。本発明は特に、内燃機関、特に自動車の内燃機関に関連する、このような装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

広く知られているように、ランキンサイクルは、固有の特徴として作動流体の相変化（液体／蒸気）を伴う、閉じた循環路の熱力学サイクルである。

【0003】

より正確に言えば、このサイクルは4つの段階に分割することができる。1つの段階では、液相の作動流体が等エントロピー圧縮し、それに続く段階では、圧縮された液体が、熱源と接触して加熱され蒸発する。次の段階で、蒸気は膨張器で等エントロピー膨張し、膨張した作動流体は最後の段階で、低温熱源と接触して冷却され凝縮する。

【0004】

このサイクルを実現するため、ランキンサイクルの閉じた循環路は、液相の相変化作動流体（通常は水である。）を圧縮する容積型ポンプ（または圧縮機）を有している。液体は、高温の流体と接触する熱交換器（または蒸発器）を通して流れる。高温の流体との熱交換のために液体は蒸発し、少なくとも一部が蒸気相となって蒸発器から流出する。蒸気は次に、蒸気のエネルギーを機械的エネルギーなどの他のエネルギーに変換する膨張器を通して流れる。膨張器を出た膨張した蒸気は、他の熱交換器（または凝縮器）を通して流れ、それによって、蒸気に含まれる熱が、凝縮器に接触する低温流体によって奪われる。作動流体は、凝縮器を通して流れた後、液相、すなわち圧縮機に流入できる相となる。

40

【0005】

内燃機関、特に自動車に使用される内燃機関のエネルギー効率を絶えず改善する必要が

50

あることはよく知られている。従って、とりわけその効率を高めるために、このような機関において失われる熱エネルギーの回収に留意することは特に関心が持たれている。

【0006】

そして、特許文献1により詳しく記載されているように、このような失われたエネルギーを回収する1つの方法は、内燃機関の排気ガスを使用して、ランキンサイクルにおける作動流体の加熱及び蒸発に必要な熱源を供給することである。これによって排気点で失われたエネルギーの多くが回収され、機関及び/または自動車で使用可能なエネルギーに変換することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】仏国特許出願公開第2884555号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかし、このような循環路の構成は、熱源によって供給されるエネルギーの全量を使用する能力が制限されるという大きな欠点を有する。

【0009】

つまり、循環路の動作は、機関の作動点の排気ガスに含まれる熱エネルギーに基づき、エネルギーの使用を最適化するようにパラメータ化される。これによって、3つのパラメータ、すなわち、膨張器の入口点における蒸気圧レベル（高圧）、膨張器の出口点における蒸気圧レベル（低圧）、及び膨張器を通る蒸気流量、つまり、膨張器の段階で回収されるエネルギーに影響を持つパラメータの効果を明確化することが可能になる。

【0010】

しかし、機関の作動点に応じて変化するパラメータを用いた最適化は、循環路内の流体の大きな変化につながる。すなわち、循環路内に密閉された流体は、交換器内の密度プロファイルが変動することによって変化する。それによって、蒸発器及び凝縮器内の相変化プロファイルに応じて、作動流体の占有する空間が増減する。

【0011】

このことは、密閉された流体の望ましくない変化が、膨張器に加えられる蒸気圧及び流量が制御不能に変動することで、蒸気圧及び流量に悪影響を与えるために一層不利となる。これによる重要な帰結は、内燃機関の排気ガスによって伝えられる熱エネルギーを膨張器の段階で回収する能力が最低限に抑えられるということである。

【0012】

本発明の目的は、ランキンサイクルの循環路内に含まれる流体の変化にかかわらず、熱源からの熱回収効率を最大にすることが可能な装置によって上述の欠点を解消することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

従って、本発明は、ランキンサイクルに従って動作する閉じた循環路内を循環する作動流体を制御する制御装置であって、循環路が、高温熱源からの高温流体が接触し作動流体を蒸発させる熱交換器と、蒸気相の作動流体を膨張させる膨張手段と、低温流体が接触し蒸気相の作動流体を凝縮させる冷却交換器と、液相の作動流体用の循環圧縮ポンプと、を有する装置において、循環路内に含まれる作動流体の質量を管理する管理手段を有することを特徴とする制御装置に関する。

【0014】

管理手段は、作動流体貯蔵タンクと、作動流体貯蔵タンクと循環路との間の選択的な流体循環手段と、有することができる。

【0015】

管理手段は、作動流体貯蔵タンクに含まれる作動流体の少なくとも一部を、循環路の方

10

20

30

40

50

へ循環させるように制御することができる。

【0016】

管理手段は、循環路に含まれる作動流体の一部を、作動流体貯蔵タンクの方へ循環させるように制御することができる。

【0017】

選択的な流体循環手段は、絞り手段によって制御される流体循環配管を有することができる。

【0018】

流体循環配管は、作動流体貯蔵タンクと作動流体用の循環圧縮ポンプの入口を連結していてもよい。

10

【0019】

流体循環配管は、作動流体貯蔵タンクと作動流体用の循環圧縮ポンプの出口を連結していてもよい。

【0020】

熱源は、内燃機関の排気ガスから得ることができる。

【0021】

本発明は、ランキンサイクルに従って動作する閉じた循環路内を循環する作動流体を制御する制御方法であって、循環路が、高温熱源からの高温流体が接触し作動流体を蒸発させる熱交換器と、蒸気相の作動流体を膨張させる膨張手段と、低温流体が接触し蒸気相の作動流体を凝縮させる冷却交換器と、液相の作動流体用の循環圧縮ポンプと、を有する方法において、循環路に含まれる作動流体の質量を変更することを含む方法に関する。

20

【0022】

本方法は、循環路内にすでに含まれている作動流体に流体を付加することを含んでよい。

【0023】

本方法は、循環圧縮ポンプの入口に流体を導入することを含んでよい。

【0024】

本方法は、循環路内に存在する流体の一部を引き抜くことを含んでよい。

【0025】

本方法は、循環圧縮ポンプの出口で流体を引き抜くことを含んでよい。

30

【0026】

本発明の他の特徴及び利点は、非制限的な例として与えられる以下の説明を、添付の図を参照して読むことで明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】ランキンサイクルに従って動作する閉じた循環路の制御装置を示す図である。

【図2】一の運転状態における図1の装置を示す図である。

【図3】他の運転状態における図1の装置を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

図1において、ランキンサイクルの閉じた循環路10は、作動流体用の循環圧縮ポンプ12（圧縮機）を有している。循環圧縮ポンプ12は、電気モータなどの駆動装置によって制御される回転する伝動軸14を含んでいる。圧縮機は、液相の作動流体の入口18と、やはり液相であるが高圧で圧縮された作動流体の出口20と、を有している。

40

【0029】

循環路は、液相の作動流体の入口24と出口26との間に、圧縮された作動流体が貫流する熱交換器22（または蒸発器）を有しており、作動流体は圧縮された蒸気相で、蒸発器から流出する。蒸発器には、熱源28からの高温流体（矢印Chで示されている。）が接触する。熱源は、バーナ、放射部材のような任意の種類熱源であってよい。

【0030】

50

以下の説明では、好ましい形態として、高温熱源は内燃機関、特に自動車の機関の排気ガスから得られる。

【 0 0 3 1 】

循環路はまた、高圧圧縮蒸気相の作動流体を入口 3 2 で受け入れ、作動流体が低圧膨張蒸気相で出口 3 4 から流出する膨張手段 3 0 (または圧力調整器)を有している。調整器は連結軸 3 6 を備えており、連結軸 3 6 は回収されたエネルギーを、たとえば連結軸 3 6 に連結され電池に送られる電流を供給することができる発電装置などの、任意の変換装置 3 8 に伝達する。

【 0 0 3 2 】

調整器は、ピストン機構のような任意の種類調整器であってよい。図示の例では、調整器は、たとえば蒸気相の作動流体によって回転駆動される、ブレード付きのロータを有する膨張タービンである。

10

【 0 0 3 3 】

循環路はさらに、冷却交換器 4 0 (または凝縮器)を有している。凝縮器は、膨張した低圧蒸気の入口 4 2 と、凝縮器を通過した後に液相に変換される作動流体の出口 4 4 と、を含んでいる。凝縮器には、低温の流体(矢印 F r)、一般的には周囲温度にある空気が接触し、膨張した蒸気が冷却され、凝縮し液体に変換される。

【 0 0 3 4 】

流体循環配管 4 6 , 4 8 , 5 0 , 5 2 は、循環路の様々な構成要素を連結している。より正確に言えば、配管 4 6 は、圧縮機の出口 2 0 と蒸発器の入口 2 4 とを連結し、配管 4 8 は、蒸発器の出口 2 6 とタービンの入口 3 2 とを連結し、配管 5 0 は、タービンの出口 3 4 と凝縮器の入口 4 2 とを連結し、配管 5 2 は、凝縮器の出口 4 4 と圧縮機の入口 1 8 とを連結している。

20

【 0 0 3 5 】

最後に、循環路内に密閉された流体の質量を、特に流体の質量を変動させることによって流体の質量を管理することが可能な手段 5 4 が、循環路に設けられている。

【 0 0 3 6 】

密閉された流体の質量とは、循環路全体における液相及び蒸気相の流体からなる質量である。

【 0 0 3 7 】

この手段は、あらかじめ調整されたキャップ 5 8 を有する、作動流体の加圧式貯蔵タンク 5 6 と、タンクと循環路 1 0 との間で流体を循環させる選択的な手段と、を有している。選択的な循環手段は、それぞれが弁 6 4 , 6 6 を保持する 2 本の流体循環配管 6 0 , 6 2 を有している。

30

【 0 0 3 8 】

より正確に言えば、弁 6 4 を有する配管 6 0 は、液位 6 8 より下方のタンク 5 6 の領域を、凝縮器出口と圧縮機入口との間に位置する配管 5 2 との接合点 7 0 と連結している。弁 6 6 を有する配管 6 2 は、液位 6 8 より下方のタンク 5 6 の領域を、圧縮機 1 2 の出口 2 0 と蒸発器の入口 2 4 との間に位置する配管 4 6 との別の接合点 7 2 と連結している。

【 0 0 3 9 】

弁 6 4 , 6 6 は、演算ユニット、特に内燃機関の機関計算機の制御下で、電気モータなどの任意の公知の手段によって制御される。

40

【 0 0 4 0 】

流体質量管理手段は、すでに使用されている、圧縮機速度及びタービン速度に関連した操作手段に加えて、別の操作手段(流体の質量)を介して装置に作用することができる。

【 0 0 4 1 】

説明を簡単にするために、以下の説明では、凝縮器から蒸発器への流体の循環方向を考慮して、配管 6 0 を「上流側配管」と呼ぶ。同様の理由で、配管 6 2 を「下流側配管」と呼ぶ。

【 0 0 4 2 】

50

同じく説明を簡単にするために、以下の説明では、循環路内を循環する流体として水を例にとる。しかし、有機流体を含む任意の他の相変化流体（液体／蒸気）を使用することができる。

【0043】

通常の動作条件では、検討される作動流体、この場合、水は、循環路内を時計回りに循環する。そして流体は、8 MPa（80バール）程度の圧力、かつ周囲温度に近い温度で、液相で圧縮機12から流出する。液体は、配管46を通過して蒸発器の入口24まで送られる。液体は、蒸発器を通過して流れ、熱源28から得られ蒸発器に接触する高温流体Chの作用の下で、蒸気に変換される。蒸発器を出た蒸気は、8 MPa（80バール）程度の圧力で約500である。蒸気は、配管48によって送られ、膨張タービン30を通過して流れる。この流れにより、蒸気によってタービンに伝えられたエネルギーは軸36を回転駆動し、排気ガスから回収されたエネルギーを変換装置38に伝達することができる。タービンを出た膨張した蒸気は、温度が250に近く、圧力が周囲圧力に近い。膨張した蒸気は次に、凝縮器40を通過して流れ、そこで蒸気相から液相への変換行程を受ける。次に、周囲圧力及び周囲温度の液体は、配管52を通して圧縮機12の入口18に送られ、圧縮される。

10

【0044】

排気ガスからなる熱源28からの高温の流体に含まれるエネルギーの最大量を回収することができる通常の動作条件の下では、このように、流量Q、入口32での高圧力Ph、出口34での低圧力Pbで、蒸気がタービン30を通過する。

20

【0045】

もちろん、蒸気流量及び圧力（Q、Ph、Pb）に関する循環路の全てのパラメータは、機関計算機によって制御される検出器（不図示）によって測定され、及び／または、同じく機関計算機に含まれる線図に関連して計算によって推定される。

【0046】

従って、測定及び／または算出された流量及び／または圧力と、機関制御によって最適とされるしきい値と、が異なる場合、循環路内に密閉された流体の質量を操作して、流量Q及び／または圧力Ph、Pbをできるだけ最適値に近くなるように調整する必要がある。特に、循環路に含まれる流体の質量を増やすと、流量Q及び／または圧力Pbを高めることができる。さらに、圧縮機及び／またはポンプの速度（体積流量）を追加的に操作することで、PhとPbとの圧力差を操作することができる。

30

【0047】

従って、循環路の流体の質量が、熱源28からのエネルギーの最大量を回収するのに十分な流量及び／または圧力の蒸気を蒸発器出口で得るのに十分ではない場合、機関計算機は、弁66が下流側配管を閉じる位置となり、弁64が上流側配管60を開く位置になるように、管理手段54の弁を制御する（図2）。

【0048】

この構成では、循環路内に存在する作動流体は引き続き循環し、圧縮機12の入口18での吸引作用の下で、タンクの流体の一部が上流側配管60を通して吸引される（太矢印）。吸引された流体は、接合点70に到達し、循環路内にすでに存在する作動流体と混合する。これによって、凝縮器の出口44と蒸発器の入口24との間に含まれる液体の質量を増やすことができる。

40

【0049】

測定及び／または算出された流量及び／または圧力と最適値との差が実質的にゼロになった直後、機関計算機は、上流側配管60が閉じる位置になるように弁64を制御する。

【0050】

このようにして所望の流体質量を得ることができ、蒸発器22の出口26で、所望の高圧力Phで、所望の流量Qを得ることが可能となる。

【0051】

逆に、循環路内の流体質量が過剰である場合には、その結果として、蒸発器22の出口

50

26で過度に高い流量の蒸気が生成される。

【0052】

このときは、機関計算機は、上流側配管60を閉じ上流側配管60内の流体循環を防止するように弁64を制御する。計算機はまた、下流側配管62が開くように弁66を制御する。

【0053】

こうして、圧縮機の出口20での排出作用の下で、作動流体は、接合点72で2つの部分に分割される。流体の多くは循環路内を循環し、作動流体の残りの部分は、図3に示されているように、下流側配管62を通してタンク56に送られ、タンク56内に送り込まれる(破線矢印)。

10

【0054】

測定及び/または算出された流量及び/または圧力と最適値との差が実質的にゼロになった直後、機関計算機は、下流側配管62が閉じる位置になるように弁66を制御する。

【0055】

従って、各弁を操作するだけで、循環路に含まれる作動流体の質を管理することが常時可能になる。このことは、高温熱源から最大量のエネルギーを回収し、その後、機械的エネルギー、電気エネルギーのような迅速に使用できる他のエネルギーに変換する上で有利である。

【0056】

本発明は、上述の実施形態に限定されず、本発明に含まれるあらゆる変形実施形態及び均等実施形態を包含する。

20

【0057】

特に、従来の車両またはハイブリッド車両に配置される内燃機関に上述の装置を使用することが考えられる。

【符号の説明】

【0058】

- 10 循環路
- 12 循環圧縮ポンプ(圧縮機)
- 22 熱交換器(蒸発器)
- 28 熱源
- 30 膨張手段(圧力調整器)
- 40 冷却交換器(凝縮器)
- 54 流体質量管理手段
- 64, 66 弁
- Cr 高温流体
- Fr 低温流体

30





---

フロントページの続き

審査官 岡本 健太郎

(56)参考文献 特開2008-231981(JP,A)  
国際公開第2010/070786(WO,A1)  
特開昭60-206911(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01K	25/10
F01K	25/00
F01P	3/22
F02G	5/02
F02G	5/04