

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4803103号
(P4803103)

(45) 発行日 平成23年10月26日 (2011.10.26)

(24) 登録日 平成23年8月19日 (2011.8.19)

(51) Int. Cl.	F 1	
FO1N 5/02 (2006.01)	FO1N 5/02	F
FO1K 23/06 (2006.01)	FO1N 5/02	G
FO1K 23/10 (2006.01)	FO1K 23/06	P
FO2G 5/02 (2006.01)	FO1K 23/10	P
FO2G 5/00 (2006.01)	FO2G 5/02	B

請求項の数 4 (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-120215 (P2007-120215)
 (22) 出願日 平成19年4月27日 (2007.4.27)
 (65) 公開番号 特開2008-274866 (P2008-274866A)
 (43) 公開日 平成20年11月13日 (2008.11.13)
 審査請求日 平成22年3月18日 (2010.3.18)

(73) 特許権者 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 100087480
 弁理士 片山 修平
 (74) 代理人 100134511
 弁理士 八田 俊之
 (74) 代理人 100128565
 弁理士 ▲高▼林 芳孝
 (72) 発明者 道川内 亮
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 (72) 発明者 小林 日出夫
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 廃熱回収装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジンの内部に形成され、前記エンジンの廃熱によって冷媒が蒸発する蒸発部と、
 当該蒸発部で蒸発させた冷媒を介して廃熱を回収する動力回収機と、
 前記蒸発部への導入前の冷媒に廃熱を付与する予熱器と、
 前記予熱器への導入前の冷媒の温度が、前記予熱器への導入前の排気ガスの温度よりも
 高温である場合、前記予熱器への廃熱の付与を停止する廃熱付与停止手段と、
 を備えたことを特徴とする廃熱回収装置。

【請求項2】

エンジンの内部に形成され、エンジンの廃熱によって冷媒が蒸発する蒸発部と、
 当該蒸発部で蒸発させた冷媒を介して廃熱を回収する動力回収機と、
 前記蒸発部への導入前の冷媒に廃熱を付与する予熱器と、
 前記予熱器内の冷媒の蒸発を抑制する蒸発抑制手段と、
 を備えたことを特徴とする廃熱回収装置。

10

【請求項3】

請求項1または2記載の廃熱回収装置において、
 前記予熱器は、前記蒸発部と当該蒸発部へ液状の冷媒を圧送するポンプとの間に配置され
 たことを特徴とする廃熱回収装置。

【請求項4】

請求項1乃至3のいずれか一項記載の廃熱回収装置において、

20

前記エンジンから排出される排気ガスの廃熱により冷媒を過熱する過熱器を備え、
前記予熱器は、前記過熱器を通過した排気ガスの廃熱を冷媒に付与することを特徴とする廃熱回収装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エンジンにおける廃熱を蒸気を介して回収する廃熱回収装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、内燃機関（エンジン）の駆動に伴って発生する廃熱を、ランキンサイクルを利用して回収する廃熱回収装置が知られている。このような廃熱回収装置には、例えば、エンジンの水冷冷却システムを密閉構造とし、エンジンを冷却する際に、エンジンと熱交換をして蒸発した冷媒、すなわち、エンジンにおける廃熱を吸収して蒸発した冷媒を、さらに、エンジンから排出される排気により過熱して高温化するものがある。このような廃熱回収手段は、高温化した気相冷媒により膨張機を駆動して、気相冷媒の持つエネルギーを電気エネルギー等に変換して、エンジンで発生する廃熱のエネルギーを回収することができる。こうしてエネルギーが回収された気相冷媒は、凝縮器において液化される。凝縮器で液化された冷媒は、エンジン内へ導入され、再度、廃熱を得て蒸発し、廃熱の回収に寄与することとなる。このような廃熱回収装置を改良したものが、例えば、特許文献1に開示されている。

10

20

【0003】

【特許文献1】特開2000-345835号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

このようにエンジンの駆動に伴って発生する廃熱を、ランキンサイクルを利用して回収する廃熱回収装置は、廃熱によって冷媒を蒸発させて、膨張機へ廃熱を輸送し、廃熱のエネルギーを回収することができる。しかしながら、運転状況によっては、エンジンで発生する廃熱の熱量が減少し、冷媒が蒸発するだけの熱量を得られず、冷媒の蒸発が停止してしまうことが考えられる。特に、冷媒が水などの比熱、潜熱の大きな冷媒である場合、エンジン内へ導入される液相の冷媒が低温であると、この冷媒の温度を上昇させるために廃熱を付与するので、冷媒温度及び壁温が低下し、冷媒の蒸発が一時的に停止してしまい、廃熱からエネルギーが安定して回収できなくなってしまう。また、このように、低温の冷媒が導入されることで、エンジン壁温が急激に変動することが考えられる。

30

【0005】

そこで、本発明は、蒸発部における冷媒の蒸発を維持し、熱回収効率を向上させた廃熱回収装置を提供することを課題としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

かかる課題を解決する本発明の廃熱回収装置は、エンジンの内部に形成され、前記エンジンの廃熱によって冷媒が蒸発する蒸発部と、当該蒸発部で蒸発させた冷媒を介して廃熱を回収する動力回収機と、前記蒸発部への導入前の冷媒に廃熱を付与する予熱器と、前記予熱器への導入前の冷媒の温度が、前記予熱器への導入前の排気ガスの温度よりも高温である場合、前記予熱器への廃熱の付与を停止する廃熱付与停止手段と、を備えたことを特徴とする（請求項1）。このような構成とすることにより、蒸発部へ導入する冷媒は温度が上昇するため、蒸発部において蒸発しやすくなる。これにより、蒸発の一時的停止を減少し、蒸発部内での冷媒の蒸発を継続させることができる。このように冷媒の蒸発が継続されると、膨張機が安定して駆動され、エネルギーを効率よく回収することができる。また、蒸発部における冷却が継続されるので、蒸発部の温度の変動を抑制することができる。そして、予熱器に導入される冷媒の温度が予熱器に導入される排気ガスの温度よりも高

40

50

いと、冷媒から排気ガスへ熱が移動してしまい、熱回収効率が低下してしまうが、これを抑制することができる。また、予熱器に導入される冷媒の温度が高いと、少量の熱の付与で冷媒が蒸発してしまうことがある。また、予熱器に導入される排気ガスの温度が高いと、冷媒に多くの熱量が付与されて、冷媒が蒸発してしまうことがある。このように、予熱器で冷媒が蒸発してしまうと、蒸発部での熱の蒸発が行われなため、蒸発部の冷却効果が減少する。本発明の廃熱回収装置は、エンジンの内部に形成され、エンジンの廃熱によって冷媒が蒸発する蒸発部と、当該蒸発部で蒸発させた冷媒を介して廃熱を回収する動力回収機と、前記蒸発部への導入前の冷媒に廃熱を付与する予熱器と、前記予熱器内の冷媒の蒸発を抑制する蒸発抑制手段と、を備えた構成とすることができる（請求項2）。このように構成することにより、予熱器内の排気ガスから冷媒への熱の付与を制限し、冷媒が予熱器内で蒸発してしまうことを抑制することができる。

10

【0007】

このような廃熱回収装置は、ランキンサイクルを利用して廃熱を回収するので、蒸発部で蒸発した冷媒は、装置内の経路を循環する。このような廃熱回収装置において、前記予熱器は、前記蒸発部と当該蒸発部へ液状の冷媒を圧送するポンプとの間に配置された構成とすることができる（請求項3）。このような構成とすることにより、ポンプの圧送により圧力が上昇した液状の冷媒が、予熱器へ導入される。冷媒は、圧力が上昇すると蒸発する温度が上昇するため、冷媒を蒸発するのに必要な熱量が増加する。これは換言すると、圧力が上昇すると、圧力が上昇する前に比べ、液状の冷媒がより多くの熱量を蓄えることができるということである。このため、予熱器でより多くの熱量を冷媒へ付与することができる。

20

【0008】

このような廃熱回収装置は、前記エンジンから排出される排気ガスの廃熱により冷媒を過熱する過熱器を備え、前記予熱器は、前記過熱器を通過した排気ガスの廃熱を冷媒に付与する構成とすることができる（請求項4）。このような構成としたことにより、過熱器で冷媒を過熱した後の排気ガスが有する熱を回収することができる。これにより、廃熱回収装置の熱回収効率を向上させることができる。

【発明の効果】

【0011】

本発明の廃熱回収装置は、エンジンの廃熱によって冷媒を蒸発させる蒸発部と、この蒸発部で蒸発された冷媒を介して廃熱を回収する動力回収機と、蒸発部への導入前の冷媒に廃熱を付与する予熱器とを備えた構成とすることで、蒸発部での継続した蒸発を維持し、熱回収効率を向上させる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、本発明を実施するための最良の形態を図面と共に詳細に説明する。

【実施例】

【0013】

本発明の実施例1について図1を参照しつつ説明する。図1は本実施例の廃熱回収装置1の概略構成を示した説明図である。廃熱回収装置1は、エンジン本体2に組み込まれている。エンジン本体2内部には、本発明の蒸発部に相当するウォータジャケット3が形成されている。また、エンジン本体2には、エンジン本体2の燃焼によって発生する排気ガスを外部へ排出する排気管4が取り付けられている。排気管4は分岐点4aで分岐しており、この分岐点4aには排気ガスの流れを切り替える三方弁15が配置されている。

40

【0014】

ウォータジャケット3内には、冷媒が封入されており、エンジンの廃熱によって冷媒が蒸発する。このように冷媒が蒸発する際に、冷媒はエンジン本体2から熱を持ち去り、エンジン本体2を冷却する。

【0015】

廃熱回収装置1は、冷媒の循環する冷媒経路5を備えている。冷媒経路5の一端はウォ

50

ータジャケット3の流出端部3aと接続されている。ウォータジャケット3内で蒸発した冷媒は、流出端部3aから冷媒経路5へ流入する。一方、冷媒経路5の他端はウォータジャケット3の流入端部3bと接続されており、冷媒経路5を循環した冷媒が、流入端部3bからウォータジャケット3へ流入するように構成されている。すなわち、ウォータジャケット3と冷媒経路5によって、冷媒が循環するループ構造が形成されている。このようなループ構造を形成する冷媒経路5には、ウォータジャケット3の流出端部3aに近い側から順に過熱器6、タービン7、凝縮器8、ポンプ9、予熱器10が配置されている。

【0016】

過熱器6は、導入する冷媒を過熱し、高温化するものである。過熱器6には、排気管4が接続されている。この排気管4は、分岐点4aよりもエンジン本体2側で過熱器6に接続されている。過熱器6は、排気管4を通過する排気ガスから熱を回収し、冷媒経路5内を通じる蒸気へさらに熱を付与し、廃熱の回収効率を向上させる。

10

【0017】

タービン7は、冷媒経路5を通じて流入する高温、高圧の蒸気によって駆動される。また、廃熱回収装置1には、発電機11が配置されている。このタービン7と発電機11とは本発明の動力回収機17に相当する。タービン7と発電機11とは、共通の駆動軸7aを備えており、タービン7が駆動されると、駆動軸7aを通じて、発電機11へ動力が伝達される。発電機11は、駆動軸7aから伝達される動力を電気エネルギーに変換し、回収する。すなわち、動力回収機17は、蒸発させた冷媒を介してエンジンで発生した廃熱を回収する。

20

【0018】

凝縮器8は、タービン7を通過した気相の冷媒を凝縮し液相へ戻す。ポンプ9は、凝縮器8で液相となった冷媒をウォータジャケット3へ圧送する。

【0019】

予熱器10は、ウォータジャケット3とポンプ9との間に配置されている。さらに、予熱器10には、分岐した排気管4の一方が接続されている。予熱器10は、ウォータジャケット3へ導入する前の冷媒に過熱器6を通過した排気ガスの廃熱を付与する。

【0020】

冷媒経路5のポンプ9と予熱器10の間には、圧力センサ12と第一温度センサ13とが配置されている。また、排気管4の分岐点4aの上流側近傍に、第二温度センサ14が配置されている。廃熱回収装置1は、ECU(Electronic Control Unit)16を備え、このECU16は、圧力センサ12、第一温度センサ13、第二温度センサ14、三方弁15と電氣的に接続されている。ECU16は、圧力センサ12と第一温度センサ13から、ポンプ9を通過した冷媒の圧力データと温度データとを取得し、第二温度センサ14から過熱器6を通過した排気ガスの温度データを取得する。また、ECU16は、ポンプ9へその運転と停止の制御信号を発信し、さらに、三方弁15へ経路の切り替えの制御信号を発信する。ECU16、第一温度センサ13、第二温度センサ14、三方弁15は、本発明における廃熱付与停止手段に相当する。また、これらの構成要素に、圧力センサ12を加えたものが本発明の蒸発抑制手段に相当する。

30

【0021】

次に、冷媒の流れとともに、廃熱回収装置1の動作を説明する。ウォータジャケット3内の冷媒は、エンジンの燃焼に伴って発生する廃熱から熱を得て、蒸発する。この際、エンジン本体2は冷却される。ウォータジャケット3内で蒸発した冷媒は、流出端部3aから冷媒経路5へ流入し、過熱器6へ導入される。過熱器6で、流入した気相の冷媒は、排気管4を通過する排気ガスの廃熱から過熱され、高温化する。次に、このように高温となった気相の冷媒は、タービン7へ流入しタービン7を駆動する。気相の冷媒によってタービン7が駆動されると、共通の駆動軸7aを有する発電機11へ動力が伝わり、発電機11において動力が電気エネルギーとして回収される。

40

【0022】

タービン7を通過した気相の冷媒は、凝縮器8にて冷却されて液相へ戻される。こうし

50

て液相になった冷媒はポンプ 9 に圧送されて予熱器 10 へ導入される。このとき、ECU 16 は、圧力センサ 12 と第一温度センサ 13 が計測する予熱器 10 への導入前の冷媒の温度と圧力のデータを取得する。同時に、ECU 16 は、第二温度センサ 14 が計測する予熱器への導入前の排気ガスの温度データを取得する。ECU 16 は、取得した冷媒の温度と圧力及び排気ガスの温度に基づいて、予熱器 10 へ導入前の冷媒の温度が排気ガスの温度よりも低温であると判断し、さらに、排気ガスから廃熱を得た冷媒が予熱器 10 で蒸発しないと判断した場合には、三方弁 15 を切り替え、予熱器 10 へ排気ガスを流入させる。

【0023】

排気ガスが予熱器 10 へ流入すると、予熱器 10 内の冷媒に排気ガスの廃熱が付与される。排気ガスは、過熱器 6 において気相の冷媒に廃熱を与え、冷媒を過熱して高温化する。このように過熱器 6 内で気相の冷媒を過熱した後であっても、予熱器 10 へ導入前の冷媒の温度が排気ガスの温度よりも低温であるならば、排気ガスの有する熱を利用することができる。このように熱を有する排気ガスは、予熱器 10 において液相の冷媒へ熱を付与し、廃熱の回収効率を向上させている。

10

【0024】

このように、予熱器 10 において廃熱を付与された冷媒は温度が上昇する。温度が上昇した冷媒は、ポンプ 9 の圧送によりウォータジャケット 3 へ流入する。ウォータジャケット 3 内に流入した冷媒は温度が高いため、ウォータジャケット 3 内の冷媒の温度を急激に低下させない。このため、エンジン本体 2 の壁温の変動が抑制される。また、ウォータジャケット 3 内の冷媒における蒸発の一時的停止が抑えられるので、気相の冷媒が安定して発生し、エンジンからの廃熱をタービン 7 へ輸送することができる。これにより、安定したエネルギーの回収が行われる。

20

【0025】

一方、ECU 16 が、取得した冷媒の温度と圧力及び排気ガスの温度に基づいて、予熱器 10 への導入前の冷媒の温度が排気ガスの温度よりも高温であると判断する場合や、排気ガスから廃熱を得た冷媒が予熱器 10 で蒸発すると判断すると、ECU 16 は、三方弁 15 を切り替え、予熱器 10 へ排気ガスの流入を遮断する。すなわち、予熱器 10 へ廃熱の付与を停止する。

【0026】

予熱器 10 へ導入前の冷媒の温度が排気ガスの温度よりも高温である場合には、冷媒の熱が排気ガスに奪われてしまい、冷媒が冷却されてしまうため、冷媒が有する熱、すなわち、エネルギーが排気ガスに持ち去られることになり、熱回収効率が減少してしまう。そのため、予熱器 10 への導入前の冷媒の温度が排気ガスの温度よりも高温である場合は、予熱器 10 への排気ガスの流入を遮断する。

30

【0027】

また、何らかの原因で冷媒の温度が高すぎて、予熱器 10 で廃熱を付与すると、予熱器 10 内で冷媒が蒸発してしまう場合が考えられる。このように、予熱器 10 で冷媒が蒸発してしまうと、気相の冷媒がウォータジャケット 3 へ導入されることになるため、ウォータジャケット 3 内における冷媒の蒸発が減少する。すなわち、冷媒によるエンジン本体 2 から持ち去る熱量が減少する。このため、エンジン本体 2 の冷却に不具合が生じることが考えられる。このように、予熱器 10 で廃熱を付与すると、予熱器 10 内で冷媒が蒸発してしまうと ECU 16 が判断する場合にも、ECU 16 は、三方弁 15 を切り替え、予熱器 10 へ排気ガスの流入を遮断する。すなわち、予熱器 10 への廃熱の付与を停止する。このため、冷媒は、予熱器 10 で蒸発することがないので、液相の冷媒がウォータジャケット 3 へ導入される。これにより、冷媒はウォータジャケット 3 内で蒸発することができるので、エンジン本体 2 の冷却を行うことができる。

40

【0028】

以上のように、本発明の廃熱回収装置 1 は、予熱器 10 で、エンジン本体 2 内のウォータジャケット 3 に導入する前の冷媒に、過熱器 6 で気相の冷媒を過熱した後の排気ガスの

50

廃熱を付与する。これにより、予熱器 10 の温度が上昇した冷媒が、ウォータジャケット 3 に導入されるので、エンジン本体 2 の急激な温度低下が抑制されて、エンジン本体 2 の壁温の変動を抑制する。さらに、冷媒の蒸発の停止が抑制され、継続して冷媒が蒸発するので、安定したエネルギーの回収が行われる。また、排気ガスの有する熱を回収することで、機関の熱回収効率を向上することができる。

【0029】

上記実施例は本発明を実施するための例にすぎず、本発明はこれらに限定されるものではなく、これらの実施例を種々変形することは本発明の範囲内であり、さらに本発明の範囲内において、他の様々な実施例が可能であることは上記記載から自明である。

【0030】

例えば、本発明の廃熱回収装置は、冷媒経路に備えるポンプを予熱器の下流に配置することができる。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】実施例の廃熱回収装置 1 の概略構成を示した説明図である。

【符号の説明】

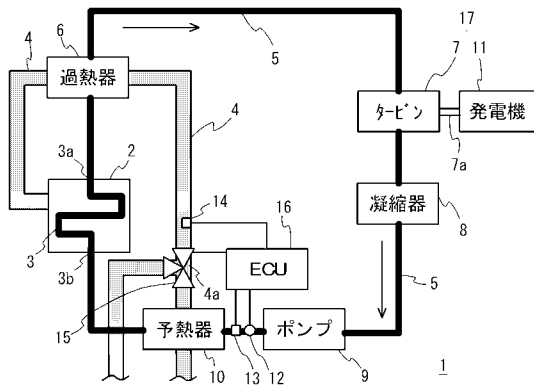
【0032】

- 1 廃熱回収装置
- 2 エンジン本体
- 3 ウォータジャケット
- 4 排気管
- 5 冷媒経路
- 10 予熱器
- 12 圧力センサ
- 13 第一温度センサ
- 14 第二温度センサ
- 15 三方弁
- 16 ECU
- 17 動力回収機

10

20

【図1】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
F 0 1 P	3/22	(2006.01)	F 0 2 G	5/00 B
F 0 1 P	3/20	(2006.01)	F 0 1 P	3/22 K
			F 0 1 P	3/22 U
			F 0 1 P	3/22 H
			F 0 1 P	3/20 F

- (72)発明者 蟻沢 克彦
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 杉山 敏久
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 山田 賢一
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 林 邦彦
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 菅野 裕之

- (56)参考文献 特開2002-161716(JP,A)
特開2000-345835(JP,A)
特開平04-076212(JP,A)
特開2006-316704(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 1 N 5 / 0 2
F 0 1 K 2 3 / 0 6
F 0 1 K 2 3 / 1 0
F 0 1 P 3 / 2 0
F 0 1 P 3 / 2 2
F 0 2 G 5 / 0 0
F 0 2 G 5 / 0 2