

(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2017-133401

(P2017-133401A)

(43) 公開日 平成29年8月3日(2017.8.3)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
FO2G 5/04 (2006.01)	FO2G 5/04 R	3G081
FO1K 27/02 (2006.01)	FO2G 5/04 U	
	FO1K 27/02 D	

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2016-12957 (P2016-12957)
 (22) 出願日 平成28年1月27日 (2016.1.27)

(71) 出願人 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 100083998
 弁理士 渡邊 丈夫
 (72) 発明者 細川 陽平
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 Fターム(参考) 3G081 BA02 BA20 BB00 BC07 BC13

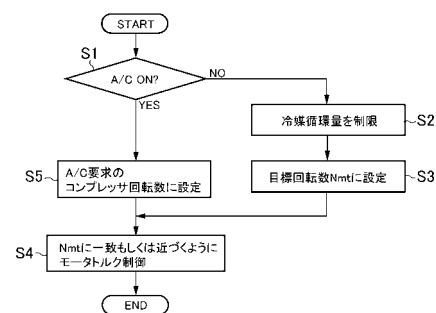
(54) 【発明の名称】 廃熱回収装置の制御装置

(57) 【要約】

【課題】 廃熱によって生成した過熱蒸気によってタービンを駆動し、そのタービンによって電動式の空調システムにおけるモータを発電機として機能させてエネルギー回収を行う際の回収効率を向上させる。

【解決手段】 空調システム10がオフ制御されている場合に、コンプレッサ11による冷媒の循環量を制限する制御を実行し、制限された循環量とタービン7の効率とに応じて、モータ12によって発電することのできる発電量に基づくモータ12についての目標回転数を求め、かつモータ12の回転数が目標回転数に一致もしくは近づくようにモータ12のトルクを制御するように構成されている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

廃熱を熱源として過熱蒸気を生成するとともに、前記過熱蒸気によってタービンを駆動する廃熱回収装置の制御装置において、

前記廃熱回収装置は、空調システムにおける冷媒を循環させるコンプレッサと、前記タービンに連結されて前記タービンによって駆動されかつ前記コンプレッサを駆動する発電機能のあるモータとを有し、

前記モータのトルクを制御するコントローラを備え、

前記コントローラは、

前記空調システムがオフ制御されている場合に、前記コンプレッサによる前記冷媒の循環量を制限する制御を実行し、

前記制限された循環量と前記タービンの効率とに応じて、前記モータによって発電することのできる発電量に基づく前記モータについての目標回転数を求め、かつ前記モータの回転数が前記目標回転数に一致もしくは近づくように前記モータのトルクを制御するように構成されている

ことを特徴とする廃熱回収装置の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、不可避免的に生じる廃熱を回収する装置に関するものであり、一例として車両で発生する廃熱を回収する際の制御を行う装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

この種の装置の一例が特許文献 1 に記載されている。その装置は、ランキンサイクルからなる廃熱回収装置であって、燃料改質装置で燃料の改質を行えないが、燃料を蒸発させることができる場合、蒸発させた燃料をタービンに送り、タービンによって発電機を駆動して電力を得るように構成されている。

【0003】

なお、減速時の車両の運動エネルギーを電力として回収するために、空調装置のコンプレッサ用モータを発電機として機能させるように構成された装置が特許文献 2 に記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2009-185625 号公報

【特許文献 2】特開 2002-95101 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 に記載された装置および特許文献 2 に記載された装置は、車両で発生するいわゆる余剰エネルギーを電力として回収するように構成されており、例えば特許文献 1 に記載されたランキンサイクルで運転される廃熱回収装置によって特許文献 2 に記載されているコンプレッサ用のモータを駆動して発電させることができる。一方、その発電のためにモータが回転することによりモータやインバータが発熱する。そのような場合、その発熱によりモータやインバータの耐久性が低下することを抑制するために冷媒を循環させる。しかしながら、その冷媒の量が多いと冷媒を循環させる負荷が大きくなり、冷媒を循環させるための仕事率が過大となってしまう発電量を低下させるおそれがある。したがって、このような不都合を解消しつつ、廃熱回収を効果的に行うためには未だ新たな技術を開発する余地が多分にあった。

【0006】

10

20

30

40

50

この発明は上記の技術的課題に着目してなされたものであって、廃熱によって生成した過熱蒸気によってタービンを駆動し、そのタービンによって電動式の空調システムにおけるモータを発電機として機能させてエネルギー回収を行う際の回収効率を向上させることを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の目的を達成するために、この発明は、廃熱を熱源として過熱蒸気を生成するとともに、前記過熱蒸気によってタービンを駆動する廃熱回収装置の制御装置において、前記廃熱回収装置は、空調システムにおける冷媒を循環させるコンプレッサと、前記タービンに連結されて前記タービンによって駆動されかつ前記コンプレッサを駆動する発電機能のあるモータとを有し、前記モータのトルクを制御するコントローラを備え、前記コントローラは、前記空調システムがオフ制御されている場合に、前記コンプレッサによる前記冷媒の循環量を制限する制御を実行し、前記制限された循環量と前記タービンの効率とに応じて、前記モータによって発電することのできる発電量に基づく前記モータについての目標回転数を求め、かつ前記モータの回転数が前記目標回転数に一致もしくは近づくように前記モータのトルクを制御するように構成されていることを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0008】

この発明によれば、廃熱によって過熱蒸気が生成され、その過熱蒸気によってタービンが駆動される。タービンはコンプレッサを駆動するモータに連結されており、そのモータは発電機能を有しているので、タービンが過熱蒸気によって駆動されると、モータが回転して発電する。その場合、モータの回転数について、モータで発電し得る発電量に基づいて目標回転数が設定され、モータ回転数はその目標回転数に近づくように制御される。

【0009】

特に、空調要求がない場合、すなわち空調システムがOFF状態の場合に、コンプレッサによる冷媒の循環量を制限する制御を実行しているため、冷媒を循環させるための仕事率が過大にならないようにすることができる。そのため、タービンによってモータを駆動することにより得られる発電量の消費を抑制することができる。したがって、発電量を低下させず、また空調状態に対する影響を回避もしくは抑制しつつ、高効率の廃熱回収を行うことができるためエネルギー効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】この発明による制御の一例を説明するためのフローチャートである。

【図2】この発明に係る廃熱回収装置の全体的な構成を示すブロック図である。

【図3】この発明で対象とする空調システムの系統図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

この発明の実施形態における廃熱回収装置は、エネルギーの消費に伴って不可避免的に生じる廃熱を電気エネルギーとして回収する装置であり、その廃熱は熱機関から生じるもの、電子機器から生じるもの、工場などの生産設備から生じるものなどのいずれであってもよく、特に限定されない。以下に説明する例では、内燃機関を搭載した車両に設けた例を挙げる。

【0012】

図2にその例を模式的に示してある。ここに示す廃熱回収装置は、エンジン1を運転することに伴って生じる廃熱を回収するように構成されている。エンジン1は要はガソリンや軽油あるいはガスなどの燃料を燃焼させてトルクを発生する熱機関であり、その排ガス系統2には、排ガス浄化のための触媒コンバータ3が設けられ、その下流側に過熱器4および排熱回収器（蒸発器）5が上流側から順に設けられている。排熱回収器5はエンジン1から排出された排ガスの熱によって作業流体を蒸発させる熱交換器である。また、過熱器4は、排熱回収器5から送られた蒸気を、排ガスの有する熱で更に加熱して過熱蒸気と

するための熱交換器である。これらの過熱器 4 および排熱回収器 5 は、ランキンサイクルにおいて過熱蒸気を生成する蒸発部 6 を構成している。

【0013】

過熱器 4 がタービン 7 に連通されている。タービン 7 は従来知られている一般的なタービンであってよく、過熱器 4 から送られてくる過熱蒸気によって駆動されて熱エネルギーを機械的エネルギーに変換する。タービン 7 の排出側に復水器 8 が連通されている。復水器 8 は蒸気の熱を外部に放出して蒸気を凝縮させる熱交換器であって、タービン 7 の背圧を低下させるように機能する。復水器 8 で生じた液体（作業流体）を蒸発器 5 に還流させるポンプ 9 が接続されている。したがって、蒸発器 5 および過熱器 6、タービン 7、復水器 8、ポンプ 9 は管路によって連通されて閉ループを構成しており、その閉ループ内に作業流体が封入されている。その作業流体は純水が一般的であるが、適宜のアルコールと水との混合液であってもよい。

10

【0014】

上記の廃熱回収装置を構成しているタービン 7 に電動式の空調システム 10 が連結されている。空調システム 10 は、冷媒を加圧圧縮および断熱膨張させることにより熱輸送を行うヒートポンプの一種であり、空調用コンプレッサ（以下、単にコンプレッサと記す）11 を備えている。コンプレッサ 11 は、発電機能のあるモータ 12 によって駆動されるように構成され、前記タービン 7 はそのモータ 12 に連結されている。タービン 7 とモータ 12 とは、図 3 に示すように遊星歯車機構などの歯車機構あるいは巻き掛け伝動機構などからなる減速機構 13 を介して連結され、またクラッチ C L がモータ 12 とコンプレッサ 11 との間に配置されている。

20

【0015】

図 3 には空調システム 10 を模式的に示してあり、コンプレッサ 11 の出力側にコンデンサ 14 が連通されている。コンデンサ 14 は、コンプレッサ 11 で加圧されて温度の上昇した冷媒を冷却して凝縮させるための放熱器（熱交換器）であり、その出力側に膨張弁 15 が接続されている。膨張弁 15 は、冷媒を断熱膨張させてそのエンタルピーを低下させる弁である。この膨張弁 15 に続けてエバポレータ 16 が連通されている。エバポレータ 16 は、エンタルピーの低下した冷媒が外部から熱を奪って蒸発する熱交換器であり、エバポレータ 16 によって蒸発した冷媒をコンプレッサ 11 に還流させるように構成されている。したがって、エバポレータ 16 によって、空気を冷却することにより、冷房を行うことができ、また反対にコンデンサ 14 によって空気を加熱することにより暖房を行うことができる。

30

【0016】

そして、上記のエバポレータ 16 に続き小型のポンプ 17 が連通されている。この小型のポンプ 17 は、上記のクラッチ C L が切り離されている場合にコンプレッサ 11 が回転せず、モータ 12 や後述するインバータ 18 を冷却するために設けられるものであって、少なくともモータ 12 やインバータ 18 を冷却する冷媒を循環させる。したがって、この小型ポンプ（コンプレッサ）に続いてコンプレッサ 11 を跨ぐようにしてバイパス 19 が形成され、このバイパス 19 を連通して冷媒が循環するように構成されている。

【0017】

空調要求があった場合にモータ 12 を駆動力源として動作させ、またモータ 12 が発電機として機能した場合に電力を回収するために、モータ 12 は蓄電装置（バッテリー）20 に電氣的に接続されている。上記の空調システム 10 および廃熱回収装置を搭載している車両は、エンジン 1 に加えて、発電機能のあるモータ・ジェネレータ（MG）21 を駆動力源として搭載したハイブリッド車であってもよく、この種のハイブリッド車の場合には蓄電装置 20 は、MG 21 に電力を供給し、あるいは MG 21 で発電した電力を充電するように構成されてよい。なお、図 2 および図 3 における符号 18 はインバータを示し、インバータ 18 は蓄電装置 20 および MG 21 に接続されている。

40

【0018】

前記タービン 7 によってモータ 12 を駆動することによる発電量や空調温度などを電気

50

的に制御するように構成されており、その制御のための電子制御装置（E C U）22が設けられている。E C U 22は、マイクロコンピュータを主体にして構成され、入力されたデータや予め記憶しているデータを利用して演算を行い、演算結果を制御指令信号として出力するように構成されている。E C U 22には上述した蒸発部6から出力される蒸気圧力、蒸気量、モータ12の回転数、空調システム10のオン・オフの信号などが入力されている。また、制御指令信号としてモータ12のトルク指令値などがE C U 22から出力される。このE C U 22がこの発明の実施形態におけるコントローラに相当する。

【0019】

ここでタービン7および前記モータ12の動作について説明する。空調システム10がON操作されている場合（すなわち空調要求がある場合）、コンプレッサ11をモータ12あるいはタービン7によって駆動させる。その場合、廃熱が生じていなければ、モータ12を蓄電装置20の電力で駆動してコンプレッサ11を駆動する。廃熱が生じていてタービン7が駆動されていれば、タービン7とモータ12との駆動力でコンプレッサ11を駆動し、もしくはタービン7の動力でモータ12およびコンプレッサ11を駆動する。その場合、モータ12で発電する。さらに、空調システム10がOFF操作され、かつ廃熱が生じている場合（すなわち空調要求がない状態でタービン7が駆動されている場合）、コンプレッサ11およびモータ12がタービン7によって駆動され、モータ12が発電を行うとともに、コンプレッサ11が冷媒を循環流動させることによりエネルギーを消費する。

【0020】

上述したように、廃熱によって駆動されるタービン7のトルク（あるいはエネルギー）がコンプレッサ11に要求されるトルク（もしくは消費エネルギー）を上回れば、モータ12を発電機として機能させて、廃熱を電力として回収することができる。この発明の実施形態における制御装置は、タービン7によってモータ12を駆動することによる発電を以下のように制御する。

【0021】

この発明の実施形態における制御装置は、廃熱によってタービン7が駆動され、モータ12が発電を行う場合、モータ12を単に一律に回転させるのではなく、廃熱回収効率（あるいは発電効率）を考慮しつつモータ12を制御する。その制御の一例を図1にフローチャートで示してある。ここに示す制御は、エンジン1が駆動されているなど、廃熱が生じている場合に実行され、先ず、空調システム（A/C）10がONか否かが判断される（ステップS1）。空調システム10がOFF状態であることによりステップS1で否定的に判断された場合には、コンプレッサによる冷媒の循環量が制限される。（ステップS2）。

【0022】

上述したようにタービン7によってモータを駆動することにより発電することができる。また、タービン7が出力するトルクもしくはエネルギーの一部は、コンプレッサ11が冷媒を圧縮しかつ循環させることにより消費される。しかしながら、空調システム10がOFF状態である場合には、少なくともモータ12やインバータ18の発熱を抑制するための冷却に必要な冷媒量を確保できればよい。したがって、このステップS2では、コンプレッサによる冷媒の循環量を制限する。なお、この際に、図3に示したクラッチC Lを切り離してコンプレッサ11を回転しないようにして、小型のポンプ17によりその冷媒量を確保してもよい。

【0023】

ついで、タービン7に連結されている前記モータ12の回転数の目標値（目標回転数）が N_{mt} が設定される（ステップS3）。タービン7は、上述したように、廃熱をエネルギー源として駆動されるから、タービン7から出力することのできるエネルギーは、蒸発部6に入力されたエネルギー量のうちタービン効率に応じたエネルギー量である。タービン効率は、「タービン翼速度／蒸気速度」に応じて変化し、タービン効率が最大になる「タービン翼速度／蒸気速度」の値が存在する。また、タービン7は上述したようにモータ12に連

結されているから、タービン翼速度はモータ回転数 N_m に比例する。したがって、タービン効率が最大となるモータ回転数 N_m が存在する。

【0024】

また、タービン7が出力するトルク（もしくはエネルギー）の一部は、ステップS2で説明したようにコンプレッサ11が冷媒を圧縮しかつ循環させることにより消費される。したがって、発電に使用されるエネルギー量は、廃熱のうち蒸発部6に入力された熱量（エネルギー量）に上記のタービン効率を掛けたエネルギー量からコンプレッサ11で消費されるエネルギー量を減じた量になる。コンプレッサ11は、主に、冷媒を圧縮するとともに循環させることによりエネルギーを消費、すなわち、上記のステップS2で設定された冷媒循環量がコンプレッサ11で消費されるエネルギー量に相当する。また、これに加えて摩擦などの損失によってエネルギーを消費する。したがって、コンプレッサ11が仕事を行うことによる消費エネルギー量は、冷媒の循環量すなわちコンプレッサ11がモータ12と共に回転する量にほぼ比例する。

10

【0025】

さらに、上述したように、廃熱からの入力熱量にタービン効率を掛け、かつコンプレッサ11の仕事量を減じたエネルギーが発電に利用され、そのエネルギー量が発電効率を掛けたエネルギー量が発電量になる。そのタービン効率やコンプレッサ11の仕事量が上述したようにコンプレッサ11の回転数（すなわちモータ12の回転数）に応じて変化するから、結局、発電量が最大となるモータ12の回転数が存在する。

【0026】

したがって、ステップS3で設定する目標回転数 N_{mt} は、廃熱によってタービン7を駆動して発電する場合の発電量が可及的に多くなる回転数であり、上述したようにタービン7の回転数とモータ12の回転数とが一致もしくは比例することにより、目標回転数 N_{mt} はモータ12の回転数として設定される。そして、その目標回転数 N_{mt} は、上述したように、タービン効率とコンプレッサ11で消費されるエネルギー量とに基づいて設定される。なお、モータ12の回転数 N_m とタービン効率との関係や、モータ12の回転数 N_m とコンプレッサ11の仕事量との関係などは、予め求めてマップとしてECU22に記憶させておくことができるから、それらのマップや入力されるデータを使用して目標回転数 N_{mt} を設定することができる。なお、この発明の実施形態では、上記の目標回転数 N_{mt} は、発電量が最大となる回転数に限られないのであって、発電量が最大となる回転数を含む所定の範囲内の回転数であってよい。データの誤差や廃熱回収装置あるいは空調システム10の運転状態にバラツキなどが存在するためである。

20

30

【0027】

ついで、ステップS3で上記のようにして目標回転数 N_{mt} を設定した後、モータ12の回転数とその目標回転数 N_{mt} に一致もしくは近づくようにモータ12のトルクが制御される（ステップS4）。そのトルク制御は、上述したインバータ18によって電流を制御することにより行うことができる。

【0028】

一方、上記のステップS1で肯定的に判断された場合、すなわち空調システム10がON状態になっている場合、空調システム10での設定温度や日射量、室内温度などに基づいて決まる空調要求に応じたコンプレッサ11の回転数（モータ12の回転数）が設定される（ステップS5）。このステップS5の制御は、従来の車両におけるエアコンシステムで行われている制御と同様である。そして、ステップS4に進んで、上記と同様にモータ12のトルクが制御される。

40

【0029】

このように、この発明の実施形態における制御装置によれば、上述したようにタービン効率やコンプレッサ11の仕事量を考慮して、発電機として機能するモータ12の回転数を制御するので、廃熱をエネルギー源とする発電を効率良く行って発電量、すなわちエネルギー回収効率を向上させることができる。特に空調システム10がOFF状態の場合には、コンプレッサ11による冷媒の循環量を制限しているため、冷媒を循環させるための仕事

50

率が過大にならないようにすることができる。そのため、タービン7によってモータを駆動することにより得られる発電量の消費を抑制することができ、その結果、発電量を低下させず、言い換えれば空調状態に対する影響を回避もしくは抑制しつつ、高効率の廃熱回収を行うことができるためエネルギー効率を向上させることができる。なお、モータ12で発電した電力は蓄電装置20に充電され、廃熱が電力として回収される。

【0030】

以上、上述した具体例では、排熱回収器と過熱器とによって蒸発部を構成したが、この発明では過熱蒸気を生成できればよいので、排熱回収器と過熱器との両方を必ずしも設ける必要はない。また、この発明の廃熱回収装置は、車両に搭載された装置に限らないのであって、適宜の廃熱を空調システムのモータによって回収するように構成されていればよい。さらに、回収するべき廃熱はエンジンなどの熱機関で発生する廃熱に限らず、例えばインバータなどの電子機器から発生する廃熱であってもよい。

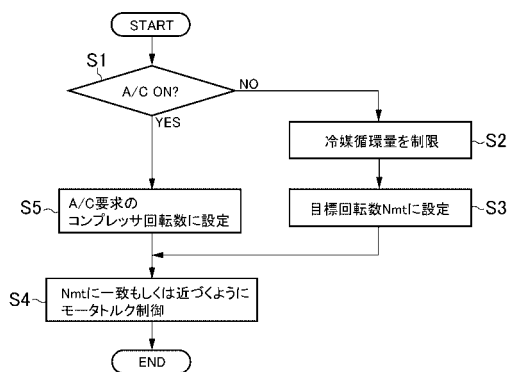
10

【符号の説明】

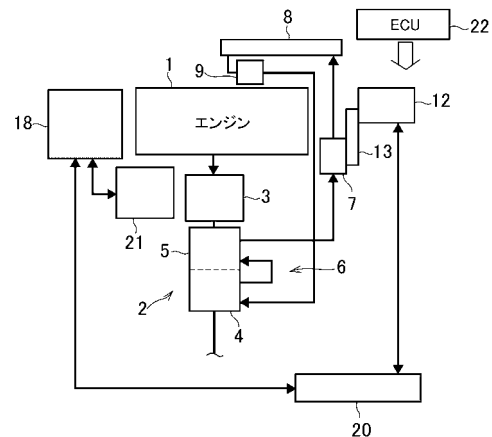
【0031】

4…過熱器、 5…排熱回収器、 6…蒸発部、 7…タービン、 8…復水器、 9…ポンプ、 10…空調システム、 11…コンプレッサ、 12…モータ、 14…コンデンサ、 15…膨張弁、 16…エバポレータ、 17…小型のポンプ、 18…インバータ、 19…バイパス、 20…蓄電装置、 21…モータ・ジェネレータ(MG)、 22…ECU(コントローラ)。

【図1】



【図2】



【図 3】

