

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5799963号  
(P5799963)

(45) 発行日 平成27年10月28日(2015.10.28)

(24) 登録日 平成27年9月4日(2015.9.4)

(51) Int. Cl. F I  
**FO2M 25/07 (2006.01)**  
 FO2M 25/07 580E  
 FO2M 25/07 580F  
 FO2M 25/07 550H

請求項の数 3 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2012-556650 (P2012-556650)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(86) (22) 出願日	平成23年2月8日(2011.2.8)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(86) 国際出願番号	PCT/JP2011/000687	(74) 代理人	100072604 弁理士 有我 軍一郎
(87) 国際公開番号	W02012/107951	(74) 代理人	100140501 弁理士 有我 栄一郎
(87) 国際公開日	平成24年8月16日(2012.8.16)	(72) 発明者	堀江 信彦 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査請求日	平成25年7月24日(2013.7.24)	(72) 発明者	野口 知之 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】 内燃機関の排気循環装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関から排気通路に排出された排気の一部を EGR ガスとして吸気通路に循環させる内燃機関の排気循環装置であって、

前記排気通路と前記吸気通路とを連通する EGR 通路が形成された EGR 管と、

前記 EGR 通路に設けられ前記 EGR ガスを冷却する EGR クーラと、

前記 EGR クーラよりも前記排気通路側に設けられ、開状態と閉状態との間で駆動されるとともに、前記閉状態の場合に前記 EGR ガスが前記 EGR 通路に流入するのを遮断する第1の弁と、

前記 EGR クーラよりも前記吸気通路側に設けられ、前記 EGR ガスを前記吸気通路に流入する量を調整する第2の弁と、

前記内燃機関に冷却水を供給するための冷却水路を有する冷却水回路と、

前記冷却水回路に冷却水を吐出するウォーターポンプと、を備え、

前記 EGR クーラおよび前記第2の弁は、熱伝導性を有する金属により形成され、EGR ガスの通路外周部に冷却水配管が形成された筐体をそれぞれ有し、前記各筐体が前記 EGR 管を介さず互いに熱伝導可能となる締結部により固定され、

前記冷却水回路は、前記ウォーターポンプから前記内燃機関、前記 EGR クーラの冷却水配管、前記第2の弁の冷却水配管の順に前記冷却水が供給され前記ウォーターポンプに戻る第1経路と、冷却水温を調整するサーモスタットを有し、前記第1経路から分岐して前記内燃機関から流出した冷却水の一部をラジエータに供給し、前記ウォーターポンプに

10

20

戻す第 2 経路と、を有し、

前記第 1 経路は、前記締結部に前記冷却水が供給されないように前記冷却水路が形成されており、

前記サーモスタットは、前記冷却水の温度が所定の閾値温度よりも低い場合は、前記ラジエータと前記ウォーターポンプとの間の経路を遮断し、前記冷却水の温度が前記閾値温度よりも高い場合は、前記冷却水の温度が高いほど、前記ラジエータと前記ウォーターポンプとの間の経路を流れる冷却水量が増加するように制御することを特徴とする内燃機関の排気循環装置。

【請求項 2】

前記第 1 の弁は、前記冷却水の温度が所定値未満の場合に前記閉状態を取ることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の排気循環装置。

10

【請求項 3】

前記所定値は、前記内燃機関の暖機が終了し前記第 2 の弁が開弁される温度に設定されていることを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の排気循環装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の排気循環装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、内燃機関の燃料消費量の低減を図るために燃焼室において燃焼したガスを、EGR ガスとして吸気通路に再循環させる排気循環装置が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

20

【0003】

この特許文献 1 に開示された排気循環装置は、排気通路を流れる排気の一部を吸気通路に再循環させる EGR 通路と、この EGR 通路に設けられ、吸気通路に再循環させる EGR ガスの流量を調整する EGR バルブと、EGR バルブより排気通路側に設けられ、再循環させる EGR ガスを機関冷却水との熱交換により冷却する EGR クーラとを有している。EGR クーラにはウォーターポンプから吐き出される機関冷却水の一部が供給され、EGR クーラの内部を流れる EGR ガスと機関冷却水との熱交換により EGR ガスが冷却される。

30

【0004】

また、特許文献 1 に開示された排気循環装置を搭載した内燃機関にあっては、排気通路内の排気の脈動により、EGR バルブが全閉となっているにもかかわらず EGR クーラに EGR ガスが流入して、EGR 通路内等で凝縮水が発生し、この凝縮水が各部材の腐食を引き起こす原因になっていた。

【0005】

このため、特許文献 1 に開示された排気循環装置の他に、EGR クーラよりも排気通路側に設けられるとともに、排気通路から EGR 通路に供給される EGR ガスを遮断する遮断弁をさらに備えた排気循環装置が提案されている（例えば、特許文献 2 参照）。

40

【0006】

この特許文献 2 に開示された排気循環装置は、吸気通路と排気通路とを接続し内燃機関からの排気の一部を吸気通路に還流させる EGR 通路と、EGR 通路の途中で EGR ガスを冷却する EGR クーラと、EGR クーラにて EGR ガスが冷却されることにより発生する凝縮水が EGR クーラに滞留するか否かを判定する判定手段と、判定手段により EGR クーラに凝縮水が滞留すると判定され、かつ EGR ガスが吸気通路に還流されないときに EGR クーラへの EGR ガスの流入を抑制する抑制手段と、を備える。

【0007】

この特許文献 2 に開示された排気循環装置は、EGR バルブが全閉となっているときに遮断弁が開弁されるので、EGR クーラへ EGR ガスが流入することを抑制して、EGR

50

クーラ内における凝縮水の滞留を抑制することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2009-228530号公報

【特許文献2】特開2007-303381号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、上述した従来の排気循環装置は、暖機中にEGRバルブが閉状態である間は遮断弁も閉状態であるため、EGRクーラ内に凝縮水の発生を抑制することができるが、例えば暖機終了後にEGRバルブおよび遮断弁が閉状態から開状態に移行した際に、EGRクーラ下流側のEGR通路を構成するEGR管やEGRバルブに凝縮水が発生してしまう可能性があった。

10

【0010】

具体的には、上述した従来の排気循環装置は、機関冷却水がEGRクーラに供給されるためEGRクーラの温度がある程度上昇するが、特にEGRクーラよりも下流側すなわち吸気通路側に配置されたEGR管やEGRバルブは温度が上昇しづらい。このため、遮断弁が閉状態から開状態に移行した後に、EGRクーラを通過したEGRガスが露点温度以下になり凝縮水が発生する可能性があった。

20

【0011】

本発明は、このような問題を解決するためになされたもので、従来と比較してEGR通路に凝縮水が発生することを抑制することができる内燃機関の排気循環装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明に係る排気循環装置は、上記目的達成のため、内燃機関から排気通路に排出された排気の一部をEGRガスとして吸気通路に循環させる内燃機関の排気循環装置であって、前記排気通路と前記吸気通路とを連通するEGR通路が形成されたEGR管と、前記EGR通路に設けられ前記EGRガスを冷却するEGRクーラと、前記EGRクーラよりも前記排気通路側に設けられ、開状態と閉状態との間で駆動されるとともに、前記閉状態の場合に前記EGRガスが前記EGR通路に流入するのを遮断する第1の弁と、前記EGRクーラよりも前記吸気通路側に設けられ、前記EGRガスを前記吸気通路に流入する量を調整する第2の弁と、を備え、前記EGR管を介さずに前記EGRクーラと前記第2の弁とを直接接続したことを特徴とする。

30

【0013】

この構成により、本発明に係る排気循環装置は、EGRクーラと第2の弁とを直接接続するようにしたので、暖機時に機関冷却水によって暖められたEGRクーラの熱により第2の弁が暖められる。したがって、第2の弁が閉状態から開状態に移行した後であっても、EGRクーラを通過したEGRガスが露点温度以下になることを抑制することができ、凝縮水の発生を防止することができる。

40

【0014】

また、本発明に係る排気循環装置は、前記内燃機関に冷却水を供給するための冷却水路を備え、前記冷却水路は、前記冷却水が前記EGRクーラおよび前記第2の弁に供給されるよう形成されていることを特徴とする。

【0015】

この構成により、本発明に係る排気循環装置は、暖機中においては前記内燃機関により加熱された冷却水によりEGRクーラおよび第2の弁のいずれをも加熱することができる。したがって、暖機後に第1の弁が閉状態から開状態に移行した際にEGRクーラおよび第2の弁のいずれにおいても凝縮水が発生することを防止できる。

50

## 【0016】

また、本発明に係る排気循環装置は、前記第1の弁は、前記冷却水の温度が所定値未満の場合に前記閉状態を取ることを特徴とする。

## 【0017】

この構成により、本発明に係る排気循環装置は、冷却水温が低くEGRクーラが温まっていない場合には、第1の弁が閉状態を取ることににより、EGR通路に排気ガスが流入することを防止できるので、EGRガスがEGRクーラおよび第2の弁において露点温度以下となり凝縮水が発生することを抑制できる。

## 【0018】

また、本発明に係る排気循環装置は、前記所定値は、前記内燃機関の暖機が終了し前記第2の弁が開弁される温度に設定されていることを特徴とする。

10

## 【0019】

この構成により、本発明に係る排気循環装置は、内燃機関が暖機中のため排気循環が行われず、第2の弁が閉状態にある場合には、第1の弁も閉状態を取るようになっている。したがって、排気脈動によりEGR通路に排気ガスが流入することを防止できるので、EGRガスが露点温度以下となり凝縮水が発生することを抑制できる。

## 【0020】

また、本発明に係る排気循環装置は、前記EGRクーラと前記第2の弁が1つの筐体に収容されていることを特徴とする。

## 【0021】

20

この構成により、本発明に係る排気循環装置は、暖機中において、第2の弁に冷却水が供給されるか否かにかかわらず、EGRクーラから伝達される熱により第2の弁が加熱されるので、第1の弁が開状態に移行した際に第2の弁において凝縮水が発生することを防止することができる。

## 【発明の効果】

## 【0022】

本発明によれば、従来と比較してEGR通路に凝縮水が発生することを抑制することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0023】

30

【図1】本発明の実施の形態に係る内燃機関の排気循環装置を示す概略構成図である。

【図2】本発明の実施の形態に係るEGRクーラおよびEGRバルブを示す概略斜視図である。

【図3】本発明の実施の形態に係る排気循環装置およびその周辺の構成を示す概略ブロック図である。

【図4】本発明の実施の形態に係る冷却水回路の構成を示す概略構成図である。

【図5】本発明の実施の形態に係るEGR制御を説明するためのフローチャートである。

【図6】本発明の実施の形態に係る内燃機関の排気循環装置の別の例を示す概略構成図である。

## 【発明を実施するための形態】

40

## 【0024】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

## 【0025】

なお、本実施の形態においては、本発明に係る排気循環装置を4気筒のガソリンエンジンを搭載した車両に適用した場合について説明する。

## 【0026】

まず、構成について説明する。

## 【0027】

図1に示すように、エンジン1は、シリンダヘッド10と、不図示のシリンダブロックを備えており、シリンダヘッド10およびシリンダブロックは、4つの気筒5を形成して

50

いる。これらの気筒 5 には、ピストンにより燃焼室 7 がそれぞれ画成されている。また、シリンダヘッド 10 には、外気を気筒 5 に導入するための吸気ポートおよび排気ガスを気筒 5 から排出するための排気ポートが形成されている。

【0028】

各吸気ポートには、燃料を噴射するためのインジェクタが設置されており、噴射された燃料は空気と混ざり混合気として燃焼室 7 に導入される。シリンダヘッド 10 には、各燃焼室 7 に導入された混合気に点火するための点火プラグ 15 が配置されており、点火プラグ 15 は後述する ECU (Electronic Control Unit) 100 によって点火時期を制御されるようになっている。

【0029】

また、インジェクタは電磁駆動式の開閉弁により構成されており、ECU 100 により所定電圧が印加されると、開弁して各気筒 5 の吸気ポートに燃料を噴射するようになっている。

【0030】

エンジン 1 は、さらに、シリンダヘッド 10 に接続される吸気マニホールド 11 a を有しており、この吸気マニホールド 11 a は吸気通路 11 の一部を構成している。吸気通路 11 には、上流側から順にエアクリーナ、エアフロメータ 22 およびインタークーラが設けられている。吸気通路 11 には、さらに、吸入空気量を調整するためのスロットルバルブ 18 が吸気マニホールド 11 a の上流側に設けられている。また、吸気マニホールド 11 a には、吸気温センサ 23 および過給圧センサ 24 が設けられている。

【0031】

インタークーラは、後述するターボユニット 51 の過給によって昇温した吸入空気を強制冷却するようになっている。スロットルバルブ 18 は、その開度を無段階に調整することが可能な電子制御式の開閉弁により構成されており、所定の条件下において吸入空気の流路面積を絞り、この吸入空気の供給量を調整するようになっている。ECU 100 は、スロットルバルブ 18 に設置されたスロットルモータを制御してスロットルバルブ 18 の開度を調節するようになっている。

【0032】

エンジン 1 は、さらに、シリンダヘッド 10 に接続される排気マニホールド 12 a を有しており、この排気マニホールド 12 a は排気通路 12 の一部を構成している。排気通路 12 には、ターボユニット 51 の排気ガス流れの下流側に触媒装置 13 が配置されている。触媒装置 13 は、例えば三元触媒により構成されている。触媒装置 13 の上流側の排気通路 12 には A/F センサ 25 が配置されている。また、触媒装置 13 の下流側の排気通路 12 には排気温センサ 26 が配置されている。これら A/F センサ 25 および排気温センサ 26 の各出力信号は ECU 100 に入力される。

【0033】

エンジン 1 は、さらに、ターボユニット 51 を備えている。ターボユニット 51 は、排気通路 12 を流れる排気によって回転するタービンホイール 53 と、吸気通路 11 に配置されたコンプレッサホイール 52 と、タービンホイール 53 およびコンプレッサホイール 52 を連結するロータシャフト 54 と、を備えている。タービンホイール 53 が燃焼室 7 から排出された排気ガスにより回転すると、この回転がロータシャフト 54 を介してコンプレッサホイール 52 に伝達される。これにより、エンジン 1 は、ピストンの移動に応じて発生する負圧のみならず、コンプレッサホイール 52 の回転によって吸入空気を燃焼室 7 に送り込むようになっている。

【0034】

このターボユニット 51 は、可変ノズル式ターボユニット (VNT) により構成されており、ECU 100 は、タービンホイール 53 側に設けられた可変ノズルベーン機構の開度を調整することによってエンジン 1 の過給圧を調整するようになっている。

【0035】

エンジン 1 は、さらに、EGR 装置 30 を備えている。EGR 装置 30 は、排気通路 1

10

20

30

40

50

2を流れる排気ガスの一部を吸気通路11に還流させて、各気筒5の燃焼室7へEGRガスとして供給することにより燃焼温度を低下させ、これによってNOx発生量を低減させるようになっている。また、ポンピングロスが低減し、燃費が向上するようになっている。

【0036】

EGR装置30は、吸気マニホールド11aと排気マニホールド12aとを接続し、内部にEGR通路34が形成されたEGR管33を備えている。このEGR管33には、EGRガス流れの上流側から順に、EGR通路34を流れるEGRガスを冷却するためのEGRクーラ31およびEGRバルブ32が設けられている。

【0037】

図1および図2に示すように、EGRクーラ31は、筐体31a内におけるEGRガスの通路の外周部に冷却水配管が張り巡らされた構成を有している。EGR管33から供給されたEGRガスは、EGRガスの通路を通過する際に冷却水配管を流れる冷却水との熱交換により冷却され、下流側へ導かれるようになっている。EGRクーラ31には、エンジン1を通過した冷却水を導入するためのインレットパイプ31dおよびEGRバルブ32の不図示のインレットパイプと接続されるアウトレットパイプ31eが接続されており、冷却水は、インレットパイプ31dから冷却水配管に流入し、アウトレットパイプ31eから排出される。

【0038】

EGRバルブ32は、その内部に設けられたリニアソレノイド32aと、基端部分がリニアソレノイド32aに挿通された状態で配設され、その先端部分にEGR通路34を開閉する弁体32bが設けられたシャフト32cとを備えている。そして、リニアソレノイド32aを通電制御することにより、その電磁力と図示しないスプリングの付勢力によりシャフト32cがその軸方向に往復駆動され、弁体32bによりEGR通路34が開閉される。ここで、本実施の形態に係るEGRバルブ32は、本発明に係る第2の弁を構成する。なお、EGRバルブ32は、ステップモータやDCモータなどの各種モータにより駆動されるようにしてもよい。

【0039】

また、EGRバルブ32の筐体32dには、EGRバルブ水路がシャフト32cを囲むように形成されている。このEGRバルブ水路の上流側の端部にはインレットパイプが接続されており、EGRクーラ31のアウトレットパイプ31eから排出された冷却水は、このインレットパイプを介してEGRバルブ水路に導入される。また、EGRバルブ水路の下流側の端部にはアウトレットパイプ32fが接続されている。そして、EGRバルブ水路を流れる冷却水により、高温の排気に曝されることとなるシャフト32cおよび弁体32bが冷却されるとともに、リニアソレノイド32aも冷却されるようになっている。

【0040】

ECU100は、EGRバルブ32の開度を調整することによって、排気通路12と吸気通路11とを連通し排気マニホールド12aから吸気マニホールド11aに導入されるEGRガス量、すなわち排気還流量を調整するようになっている。

【0041】

EGRクーラ31の筐体31aは、熱伝導性を有する金属により形成されており、上流端部および下流端部に締結部31b、31cをそれぞれ有している。また、EGRバルブ32の筐体32dも、熱伝導性を有する金属により形成されており、上流端部に締結部32eを有している。

【0042】

そして、本実施の形態に係るEGRクーラ31およびEGRバルブ32は、図2に示すように、締結部31c、32eによってEGR管を介さずに互いに締結されるようになっている。これらの締結部31c、32eは、例えば気密結合用のフランジにより構成されており、ボルト等の締結手段により互いに締め付け固定されたり、溶接など公知の方法により固定されるようになっている。これらの締結部31cおよび32eを介してEGRク

10

20

30

40

50

ーラ 3 1 と E G R バルブ 3 2 との間における熱伝導が可能となっている。

【 0 0 4 3 】

また、E G R クーラ 3 1 の締結部 3 1 b は、E G R 管 3 3 に形成されている締結部 3 3 a と互いに締結するようになっている。これらの締結部 3 1 b、3 3 a も、例えば気密結合用のフランジにより構成されており、ボルト等の締結手段により互いに締め付け固定されたり、溶接など公知の方法により固定されるようになっている。

【 0 0 4 4 】

本実施の形態に係る E G R 装置 3 0 は、さらに、E G R クーラ 3 1 の上流側に E G R 遮断弁 3 5 を備えている。E G R 遮断弁 3 5 は、ダイヤフラム弁や電磁駆動弁など、全開となる開状態および全閉となる閉状態とを取ることが可能な弁により構成されている。この E G R 遮断弁 3 5 は、後述するように、所定の運転条件下において E G R 通路 3 4 を遮断し、排気マニホールド 1 2 a に排出された排気ガスが E G R 装置 3 0 に流入することを防止するようになっている。なお、E G R 遮断弁 3 5 は、開状態と閉状態との間の任意の状態を取ることが可能な弁により構成されていてもよい。ここで、本実施の形態に係る E G R 遮断弁 3 5 は、本発明に係る第 1 の弁を構成する。

【 0 0 4 5 】

エンジン 1 の各部には、各種センサが設置されており、検出結果を表す信号を E C U 1 0 0 に出力するようになっている。

【 0 0 4 6 】

冷却水温センサ 2 1 は、エンジン 1 のシリンダブロックに形成されたウォータージャケットに配置され、エンジン 1 の冷却水温 T H W に応じた検出信号を E C U 1 0 0 に出力する。エアフロメータ 2 2 は、吸気通路 1 1 のスロットルバルブ 1 8 の上流側に配置され、吸入空気量に応じた検出信号を E C U 1 0 0 に出力する。吸気温センサ 2 3 は、吸気マニホールド 1 1 a に配置され、吸入空気の温度に応じた検出信号を E C U 1 0 0 に出力する。過給圧センサ 2 4 は、吸気マニホールド 1 1 a に配置され、過給圧に応じた検出信号を E C U 1 0 0 に出力する。

【 0 0 4 7 】

A / F センサ 2 5 は、触媒装置 1 3 の上流側の排気通路 1 2 に配置されており、排気ガス中の酸素濃度 (排気 A / F) に応じた検出信号を E C U 1 0 0 に出力する。排気温センサ 2 6 は、触媒装置 1 3 の下流側の排気通路 1 2 に配置され、排気ガスの温度に応じた検出信号を E C U 1 0 0 に出力する。バルブ開度センサ 3 6 は、E G R バルブ 3 2 の開度に応じた信号を E C U 1 0 0 に出力する。遮断弁開度センサ 3 9 は、E G R 遮断弁 3 5 の開度に応じた信号を E C U 1 0 0 に出力する。

【 0 0 4 8 】

エンジン 1 を搭載する車両は、さらに、E C U 1 0 0 を備えている。E C U 1 0 0 は、図 3 に示すように、C P U (Central Processing Unit) 1 0 1、R O M (Read Only Memory) 1 0 2、R A M (Random Access Memory) 1 0 3 およびバックアップ R A M 1 0 4などを備えている。なお、本実施の形態に係る E C U 1 0 0 は、本発明に係る排気循環装置の一部を構成する。

【 0 0 4 9 】

R O M 1 0 2 は、排気還流量を調節する E G R 制御を実施するためのプログラムおよび気筒 5 に対する燃料噴射量を制御するための制御プログラムを含む各種制御プログラムや、これらの各種制御プログラムを実行する際に参照されるマップなどが記憶されている。C P U 1 0 1 は、R O M 1 0 2 に記憶された各種制御プログラムやマップに基づいて各種の演算処理を実行するようになっている。また、R A M 1 0 3 は、C P U 1 0 1 による演算結果や、上述した各センサから入力されたデータ等を一時的に記憶するようになっている。バックアップ R A M 1 0 4 は、不揮発性のメモリにより構成されており、例えばエンジン 1 の停止時に保存すべきデータ等を記憶するようになっている。

【 0 0 5 0 】

C P U 1 0 1、R O M 1 0 2、R A M 1 0 3 およびバックアップ R A M 1 0 4 は、バス

10

20

30

40

50

107を介して互いに接続されるとともに、入力インターフェース105および出力インターフェース106と接続されている。

【0051】

入力インターフェース105には、冷却水温センサ21、エアフロメータ22、吸気温センサ23、過給圧センサ24、A/Fセンサ25、排気温センサ26、アクセルペダルの踏み込み量に応じた検出信号を出力するアクセル開度センサ29、スロットルバルブ18の開度に応じた検出信号を出力するスロットル開度センサ27、エンジン1のクランクシャフトの回転数を検出し、エンジン回転数として出力するエンジン回転数センサ37、大気圧を検出する大気圧センサ38、バルブ開度センサ36および遮断弁開度センサ39などが接続されている。

10

【0052】

出力インターフェース106は、点火プラグ15、スロットルバルブ18、EGRバルブ32、EGR遮断弁35および図示しないインジェクタなどに接続されている。

【0053】

そして、ECU100は、上記した各種センサの出力に基づいて、EGR制御および燃料噴射量制御などを含むエンジン1の各種制御を実行する。

【0054】

図4は、本実施の形態に係るEGR装置30に冷却水を供給する冷却水回路40を示す模式図である。冷却水回路40は、ウォーターポンプ44から吐出した冷却水を、エンジン1、ヒータコア41、EGRクーラ31、EGRバルブ32およびスロットルバルブ18の順に供給し、ウォーターポンプ44に戻す第1経路47と、エンジン1を構成するシリンダヘッド10の下流に設置されている図示しない三方弁により第1経路47から分岐され、エンジン1から流出した冷却水の一部をラジエータ42に供給し、ウォーターポンプ44に戻す第2経路48とを有している。

20

【0055】

第1経路47を還流する冷却水は、エンジン1を構成するシリンダブロックおよびシリンダヘッド10との熱交換により加熱されると、ヒータコア41との熱交換により冷却され、その後EGRクーラ31に供給される。

【0056】

一方、第2経路48を還流する冷却水は、シリンダヘッド10の下流に設置されている図示しない三方弁により第1経路47から分岐されると、ラジエータ42に供給され外気との熱交換により冷却される。また、第2経路48には、図示しないサーモスタットが設置されており、暖機中や寒冷地域の走行に起因してエンジン1の冷却水温THWが通常走行時の冷却水温と比較して低温となっている場合には、ラジエータ42とウォーターポンプ44との間の経路を遮断するようになっている。また、サーモスタットは、冷却水温THWが上昇するにしたがって、ラジエータ42とウォーターポンプ44との間の経路を徐々に開放し、第1経路47を還流する冷却水量に対する第2経路48を還流する冷却水量の割合を増加するようになっている。

30

【0057】

本発明の実施の形態に係る制御装置を構成するECU100は、さらに、冷却水温センサ21から入力される信号に基づいて、冷却水温THWが所定値THW<sub>th</sub>未満であると判断すると、EGR遮断弁35を閉状態に移行するようになっている。

40

【0058】

所定値THW<sub>th</sub>としては、例えば、70 などエンジン1の暖機が終了しEGR制御が開始される温度に設定されている。ここで、排気ガスの露点温度は60 以下であり、また、EGRクーラ31により低下するEGRガスの温度は数 である。したがって、冷却水温THWが70 以上である場合には、EGR装置30に排気ガスが供給されたとしても、EGRクーラ31内において凝縮水が発生することを抑制できる。また、冷却水は、EGRバルブ32にも供給されるので、EGRバルブ32において凝縮水が発生することも抑制できる。

50

## 【 0 0 5 9 】

また、本実施の形態に係る EGR 装置 30 は、従来の EGR 装置と異なり、EGR クーラ 31 と EGR バルブ 32 の間に冷却水により加熱されない EGR 管が設置されていない。そのため、従来の EGR 装置においては、冷却水温 THW が所定値 THW<sub>th</sub> に達し EGR 遮断弁 35 が全閉状態から全開状態に移行した際に、この EGR 管がまだ十分に温まっておらず、この EGR 管内において凝縮水が発生する場合があった。これに対し、本実施の形態に係る EGR 装置 30 は、暖機が終了し EGR 遮断弁が開状態に移行した際に、EGR クーラ 31 と EGR バルブ 32 の間において EGR ガスが冷却され凝縮水が発生しない構成を有している。

## 【 0 0 6 0 】

また、ECU 100 は、EGR 制御を実行せず、EGR バルブ 32 を全閉状態に移行している場合には、EGR 遮断弁 35 も全閉状態に移行することにより、EGR バルブ 32 が全閉状態である場合に排気脈動で排気が EGR 装置 30 に流入することを防止するようになっている。このように、EGR バルブ 32 が全閉状態を取ると、EGR 遮断弁 35 も全閉状態をとり、EGR バルブ 32 が開状態、すなわち全閉状態以外の状態を取ると、EGR 遮断弁 35 は全開状態を取るようにになっている。

## 【 0 0 6 1 】

また、ECU 100 は、冷却水温センサ 21 から入力される信号に基づいて冷却水温 THW が 70 を超えたと判断した場合には、EGR 遮断弁 35 を全開状態に移行するとともに、EGR 制御を開始するようになっている。

## 【 0 0 6 2 】

また、ECU 100 は、暖機が終了したと判断し、EGR 遮断弁 35 を開状態に移行すると、EGR バルブ 32 を制御して、EGR ガスの流量を調節する EGR 制御を実行するようになっている。ECU 100 は、エンジン回転数及びエンジン負荷と EGR バルブ 32 の開度とを対応付けた開度マップを ROM 102 に記憶しており、エンジン回転数センサ 37 により検出されたエンジン回転数およびエアフロメータ 22 により検出された吸入空気量から求められるエンジン負荷を取得すると、ROM 102 に記憶されている開度マップを参照して EGR バルブ 32 の開度を設定するようになっている。

## 【 0 0 6 3 】

なお、ECU 100 は、吸入空気量とエンジン負荷とを対応付けたエンジン負荷マップを予め ROM 102 に記憶している。吸入空気量とエンジン負荷との対応は予め実験的な測定により求められている。なお、エンジン負荷は、例えば、吸入空気量の代わりにエンジン 1 における燃料噴射量から算出する方法など、公知の方法により算出されていけばよい。

## 【 0 0 6 4 】

次に、本発明の実施の形態に係る排気循環装置の動作について説明する。

## 【 0 0 6 5 】

図 5 は、本発明の実施の形態に係る EGR 制御を説明するためのフローチャートである。なお、以下の処理は、ECU 100 を構成する CPU 101 によって所定の時間間隔で実行されるとともに、CPU 101 によって処理可能なプログラムを実現する。

## 【 0 0 6 6 】

ECU 100 は、まず、冷却水温センサ 21 から取得した信号に基づいて、冷却水温 THW が所定値 THW<sub>th</sub> 以上であるか否かを判断する (ステップ S1)。

## 【 0 0 6 7 】

ECU 100 は、冷却水温 THW が所定値 THW<sub>th</sub> 以上であると判断した場合には (ステップ S1 で YES)、EGR 管 33 に排気ガスが EGR ガスとして流入しても、EGR クーラ 31 や EGR バルブ 32 において凝縮水が発生しないため、EGR 遮断弁 35 を閉状態から開状態に移行する (ステップ S2)。

## 【 0 0 6 8 】

一方、冷却水温 THW が所定値 THW<sub>th</sub> に達していないと判断した場合には (ステッ

10

20

30

40

50

プ S 1 で N O )、E G R 管 3 3 に排気ガスが流入し、E G R クーラ 3 1 あるいは E G R バルブ 3 2 において露点温度以下になることにより凝縮水が発生することを防止するため、E G R 遮断弁 3 5 を閉状態に移行し (ステップ S 3)、R E T U R N に移行する。なお、ステップ S 3 において、E G R 遮断弁 3 5 がすでに閉状態にあるならば、E C U 1 0 0 はこの閉状態を継続する。

【 0 0 6 9 】

次に、E C U 1 0 0 は、E G R バルブ 3 2 の制御を実行する (ステップ S 4)。具体的には、E C U 1 0 0 は、エンジン回転数センサ 3 7 からエンジン回転数を表す信号を取得するとともに、エアフロメータ 2 2 から入力された信号と R O M 1 0 2 に記憶されているエンジン負荷マップによりエンジン負荷を算出する。そして、E C U 1 0 0 は、R O M 1 0 2 に記憶されている開度マップに基づいて E G R バルブ 3 2 の開度を設定する。

10

【 0 0 7 0 】

以上のように、本発明の実施の形態に係る排気循環装置においては、E G R クーラ 3 1 と E G R バルブ 3 2 とを直接接続するようにしたので、暖機時に冷却水によって暖められた E G R クーラ 3 1 の熱により E G R バルブ 3 2 が暖められる。すなわち、冷却水によって暖められた E G R クーラ 3 1 からの熱が E G R バルブ 3 2 に伝達するため、E G R バルブ 3 2 が暖められることとなる。したがって、E G R バルブ 3 2 が閉状態から開状態に移行した後であっても、E G R クーラ 3 1 を通過した E G R ガスが露点温度以下になることを抑制することができ、凝縮水の発生を防止することができる。

【 0 0 7 1 】

20

また、エンジン 1 の冷却水を還流する冷却水回路 4 0 は、冷却水が E G R クーラ 3 1 および E G R バルブ 3 2 に供給されるよう形成されているので、暖機中においてはエンジン 1 により加熱された冷却水により E G R クーラ 3 1 および E G R バルブ 3 2 の何れをも加熱することができる。したがって、エンジン 1 の暖機後に E G R 遮断弁 3 5 が閉状態から開状態に移行した際に E G R クーラ 3 1 および E G R バルブ 3 2 のいずれにおいても凝縮水が発生することを防止できる。

【 0 0 7 2 】

また、E G R 遮断弁 3 5 は、冷却水の温度が所定値 T H W t h 未満の場合に閉状態を取るようになっているので、冷却水温が低く E G R クーラ 3 1 が温まっていない場合には、E G R 遮断弁 3 5 が閉状態を取ることにより、E G R 通路 3 4 に排気ガスが流入することを防止でき、E G R ガスが露点温度以下となり凝縮水が発生することを抑制できる。

30

【 0 0 7 3 】

なお、以上の説明においては、E G R 装置 3 0 がタービンホイール 5 3 の上流側から排気ガスを取得してコンプレッサホイール 5 2 の下流側に E G R ガスとして還流するいわゆる H P L (High-Pressure Loop) を構成する場合について説明したが、これに限定されず、E G R 装置 3 0 が、タービンホイール 5 3 の下流側から排気ガスを取得してコンプレッサホイール 5 2 の上流側に E G R ガスとして還流する L P L (Low-Pressure Loop) を構成していてもよい。

【 0 0 7 4 】

また、以上の説明においては、E G R 装置 3 0 がターボユニット 5 1 を備えるエンジン 1 に適用される場合について説明したが、これに限定されず、排気循環装置がターボユニットを備えないエンジン 1 に適用されるようにしてもよい。

40

【 0 0 7 5 】

この場合、図 6 に示すように、E G R 装置 3 0 は、排気通路 1 2 における排気マニホールド 1 2 a と触媒装置 1 3 との間と、吸気マニホールド 1 1 a との間で排気ガスが還流するように設置される。なお、E G R 装置 3 0 における上流側の E G R 管 3 3 は、触媒装置 1 3 よりも下流側に接続されるようにしてもよい。

【 0 0 7 6 】

また、以上の説明においては、E G R クーラ 3 1 および E G R バルブ 3 2 のいずれにも冷却水が供給される場合について説明したが、これに限定されず、冷却水が E G R クーラ

50

31のみに供給されるようにしてもよい。この場合、暖機中にはEGRバルブ32はEGRクーラ31から伝達される熱により加熱されるようになっている。また、以上の説明においては、EGRクーラ31とEGRバルブ32とが別々の部品として形成され、互いにEGR管33を介さずに接続される場合について説明した。しかしながら、EGRクーラ31とEGRバルブ32とが一つの筐体内に収容されるよう形成した場合には、暖機中においてEGRバルブ32に冷却水が供給されるか否かにかかわらず、筐体を介してEGRクーラ31からEGRバルブ32に熱が供給されるので、EGR遮断弁35が開状態に移行した際にEGRクーラ31およびEGRバルブ32において凝縮水が発生することを防止することができる。

【0077】

10

また、以上の説明においては、冷却水回路40が、ウォーターポンプ44から吐出した冷却水を、エンジン1、ヒータコア41、EGRクーラ31、EGRバルブ32およびスロットルバルブ18の順に供給し、ウォーターポンプ44に戻す第1経路47と、エンジン1を構成するシリンダヘッド10の下流に設置されている図示しない三方弁により第1経路47から分岐され、エンジン1から流出した冷却水の一部をラジエータ42に供給し、ウォーターポンプ44に戻す第2経路48とを有する場合について説明した。しかしながら、冷却水回路40は、ラジエータ42を通過した冷却水がEGRクーラ31およびEGRバルブ32に供給される第1経路と、ラジエータ42を通過した冷却水がエンジン1およびヒータコア41に供給される第2経路とによって構成されていてもよい。

【0078】

20

また、図1および図6においては、EGR管33が排気マニホールド12aと一体的に形成されている場合について示しているが、これに限定されず、EGR管33と排気マニホールド12aとは気密結合用のフランジ等により互いに接続されるようになっていてもよい。

【0079】

また、EGR装置30は、ガソリンエンジンにより構成されたエンジン1を搭載した車両に適用される場合について説明したが、これに限定されず、EGR装置30は、ディーゼルエンジンなど公知の内燃機関を搭載した車両に適用されていればよい。

【0080】

また、以上の説明においては、燃料が吸気ポートに噴射されるポート噴射式エンジンにEGR装置30が適用される場合について説明したが、これに限定されず、燃料が各燃焼室7に直接噴射される筒内噴射式エンジンにEGR装置30が適用されていてもよい。また、筒内噴射およびポート噴射のいずれもが行われるエンジンにEGR装置30が適用されていてもよい。

30

【0081】

また、EGR装置30は、エンジン1のみを動力源とする車両のみならず、エンジンおよび回転電機を動力源とするハイブリッド車両に適用されていてもよい。この場合、ハイブリッド車両は、エンジンのみを動力源とする車両と比較して、エンジンの停止時間が長くなり冷却水温THWが所定値THW<sub>th</sub>未満となる状態が増加する。したがって、本実施の形態に係るEGR装置30をハイブリッド車両に適用することにより、EGR通路に凝縮水が発生することを抑制することができるという効果がより一層顕著になる。

40

【0082】

以上のように、本発明に係る内燃機関の排気循環装置は、従来と比較してEGR通路に凝縮水が発生することを抑制することができるという効果を奏するものであり、内燃機関の排気循環装置に有用である。

【符号の説明】

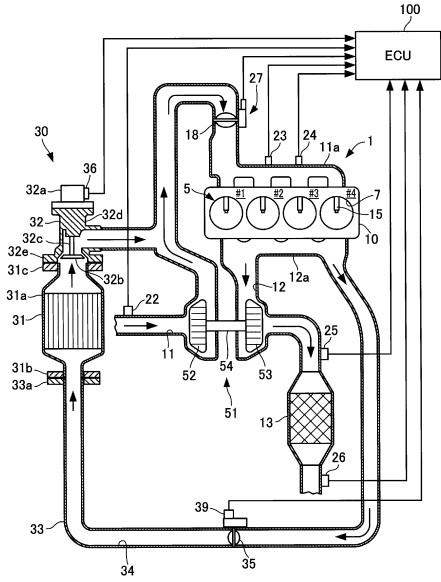
【0083】

- 1 エンジン
- 5 気筒
- 7 燃焼室

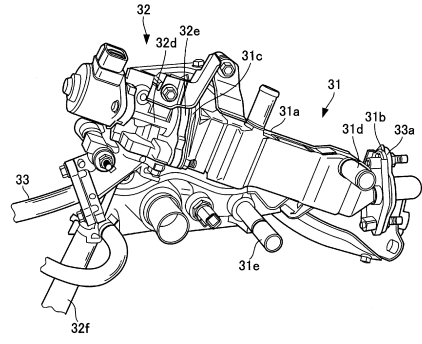
50

1 0	シリンダヘッド	
1 1	吸気通路	
1 1 a	吸気マニホールド	
1 2	排気通路	
1 2 a	排気マニホールド	
1 8	スロットルバルブ	
2 1	冷却水温センサ	
2 2	エアフロメータ	
2 9	アクセル開度センサ	
3 0	E G R 装置	10
3 1	E G R クーラ	
3 1 a	筐体	
3 1 b	締結部	
3 2	E G R バルブ	
3 2 a	リニアソレノイド	
3 2 b	弁体	
3 2 c	シャフト	
3 2 d	筐体	
3 2 e	締結部	
3 3	E G R 管	20
3 3 a	締結部	
3 4	E G R 通路	
3 5	E G R 遮断弁	
3 6	バルブ開度センサ	
3 7	エンジン回転数センサ	
3 9	遮断弁開度センサ	
4 0	冷却水回路	
4 4	ウォーターポンプ	
1 0 0	E C U	

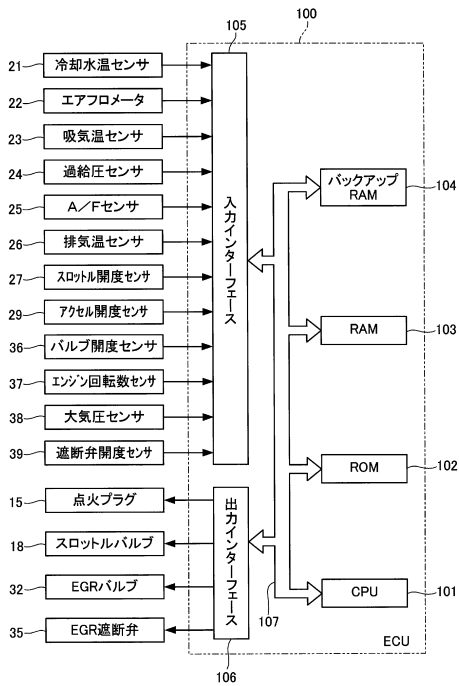
【図1】



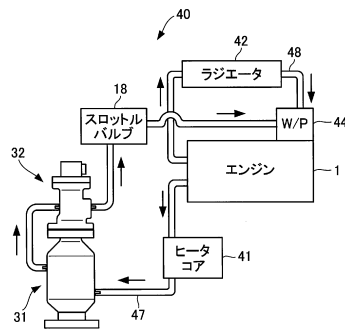
【図2】



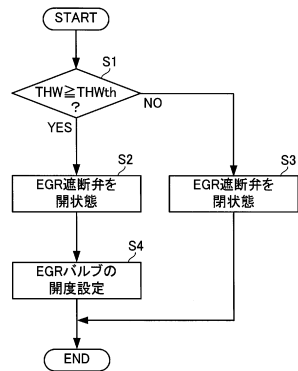
【図3】



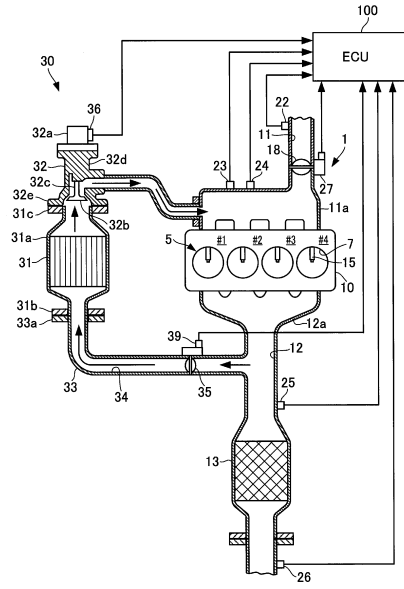
【図4】



【図5】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 富田 貴志  
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 三ヶ島 和哉  
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 安江 昭成  
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 安井 寿儀

- (56)参考文献 特開2007-303381(JP,A)  
特開2010-223152(JP,A)  
特表2009-543994(JP,A)  
特開2003-314376(JP,A)  
特開平11-280566(JP,A)  
特表2009-511797(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F02M 25/07