

(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2017-190708

(P2017-190708A)

(43) 公開日 平成29年10月19日(2017. 10. 19)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
FO2M 26/41 (2016.01)	FO2M 26/41 3 2 1	3 G 0 2 4
FO2F 1/36 (2006.01)	FO2M 26/41 3 1 1	3 G 0 6 2
FO2D 21/08 (2006.01)	FO2F 1/36 A	3 G 0 9 2
FO1P 3/02 (2006.01)	FO2D 21/08 Z	
FO1P 3/20 (2006.01)	FO1P 3/02 G	
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 19 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2016-80133 (P2016-80133)
 (22) 出願日 平成28年4月13日 (2016. 4. 13)

(71) 出願人 000002082
 スズキ株式会社
 静岡県浜松市南区高塚町 300番地
 (74) 代理人 110001520
 特許業務法人日誠国際特許事務所
 (72) 発明者 村松 恵治
 静岡県浜松市南区高塚町 300番地 スズ
 キ株式会社内
 Fターム(参考) 3G024 AA07 BA20 BA25 CA03 CA06
 CA11 DA17 FA10
 3G062 CA07 CA08 EA11 ED01 ED03
 ED08 ED13 GA01 GA06
 3G092 AA17 DC08 DF06 DG08 EA11
 EC09 FA03 GA05 GA06 HA01Z
 HE01Z

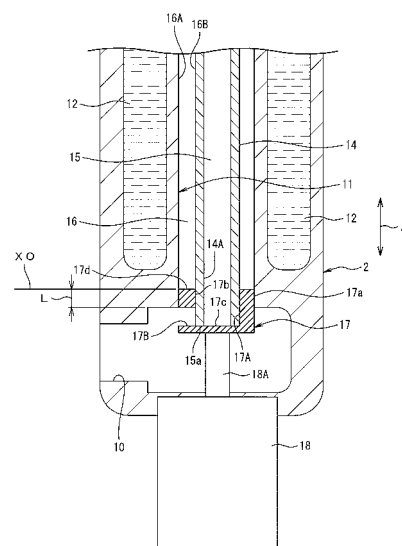
(54) 【発明の名称】 内燃機関および内燃機関の制御装置

(57) 【要約】

【課題】 内燃機関の運転状態に応じてEGRガスの温度を容易に調整できる内燃機関および内燃機関の制御装置を提供すること。

【解決手段】 エンジン1のEGR通路11が、内側通路15と、内側通路15とウォータジャケット12との間を仕切るように内側通路15とウォータジャケット12との間に設けられた外側通路16とを含んで構成されており、排気取出し通路10と内側通路15とを連通した状態で、排気取出し通路10と外側通路16とを連通または連通を遮断するEGRバルブ17を備えている。ECU20は、エンジン1の運転状態が低負荷運転状態であることを条件として、排気取出し通路10と内側通路15とを連通するようにEGRアクチュエータ18を制御し、エンジン1の運転状態が高負荷運転状態であることを条件として、排気取出し通路10と内側通路15および外側通路16とを連通するようにEGRアクチュエータ18を制御する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

排気ガスの一部を E G R ガスとして排気通路から吸気通路に還流する排気ガス還流通路と、前記排気ガス還流通路を取り囲むウォータジャケットとを有するエンジン本体を備えた内燃機関であって、

前記排気ガス還流通路が、内側通路と、前記内側通路と前記ウォータジャケットとの間を仕切るように前記内側通路と前記ウォータジャケットとの間に設けられた外側通路とを含んで構成されており、

前記排気通路と前記内側通路とを連通した状態で、前記排気通路と前記外側通路とを連通または連通を遮断する E G R ガス流量制御装置を備えたことを特徴とする内燃機関。

10

【請求項 2】

前記 E G R ガス流量制御装置は、前記外側通路の外周面に接触する第 1 のシール面と前記外側通路の内周面に接触する第 2 のシール面とを有し、

前記第 1 のシール面が前記外側通路の外周面に接触し、かつ、前記第 2 のシール面が前記外側通路の内周面に接触する第 1 の状態と、前記第 1 のシール面が前記外側通路の外周面に非接触となり、かつ、前記第 2 のシール面が前記外側通路の内周面に接触する第 2 の状態となるように移動自在に設けられており、

前記 E G R ガス流量制御装置は、前記第 1 の状態にあるときに、前記排気通路と前記外側通路との連通を遮断し、前記第 2 の状態にあるときに、前記排気通路と前記外側通路とを連通させることを特徴とする特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

20

【請求項 3】

前記 E G R ガス流量制御装置は、前記内側通路の開口端に接触する第 3 のシール面を有し、前記第 3 のシール面が前記内側通路の開口端に接触する第 3 の状態と、前記第 3 のシール面が前記内側通路の開口端に非接触となる前記第 4 の状態となるように移動自在に設けられ、

前記 E G R ガス流量制御装置は、前記第 3 の状態にあるときに、前記排気通路と前記内側通路との連通を遮断し、

前記第 1 の状態で、かつ、前記第 4 の状態にあるときに、前記排気通路と前記内側通路とを連通し、かつ、前記排気通路と前記外側通路との連通を遮断し、

前記第 2 の状態で、かつ、前記第 4 の状態にあるときに、前記排気通路と前記内側通路および前記外側通路とを連通させることを特徴とする特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関。

30

【請求項 4】

排気ガスの一部を E G R ガスとして排気通路から吸気通路に還流する排気ガス還流通路と、前記排気ガス還流通路を取り囲むウォータジャケットとを有するエンジン本体を備えた内燃機関であって、

前記排気ガス還流通路が、内側通路と、前記内側通路と前記ウォータジャケットとの間を仕切るように前記内側通路と前記ウォータジャケットとの間に設けられた外側通路とを含んで構成されており、

前記排気通路と前記外側通路との間で E G R ガスが流通している状態において、前記排気通路と前記内側通路とを連通または連通を遮断する E G R ガス流量制御装置を備えたことを特徴とする内燃機関。

40

【請求項 5】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の制御装置であって、

前記内燃機関の運転状態に基づいて前記 E G R ガス流量制御装置を制御する制御部を有し、

前記制御部は、前記内燃機関の運転状態が低負荷運転状態であることを条件として、前記排気通路と前記外側通路との連通を遮断するように前記 E G R ガス流量制御装置を制御することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 6】

50

前記制御部は、前記内燃機関の運転状態が高負荷運転状態であることを条件として、前記排気通路と前記内側通路および前記外側通路とを連通するように前記EGRガス流量制御装置を制御することを特徴とする請求項5に記載の内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両に搭載される内燃機関および内燃機関の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、自動車等の車両に搭載される内燃機関においては、内燃機関から排出された排気ガスの一部をEGR(Exhaust Gas Recirculation)ガスとして吸気側に還流し、NO_x(窒素酸化物)やポンピングロスを低減させる排気再循環装置が設けられている。

【0003】

この排気再循環装置にあっては、排気ガスを高温の状態のままで吸気側に還流すると、吸入空気が膨張して充填効率が低下する。このため、従来の排気再循環装置は、シリンダヘッドのウォータジャケット内に排気還流管を設け、排気還流管を流れるEGRを、ウォータジャケットを流れる冷却水によって冷却している(例えば、特許文献1参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

20

【特許文献1】特開2011-241789号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

このような従来の排気再循環装置にあっては、内燃機関の運転状態が高負荷または低負荷にかかわらずEGRガスが冷却されてしまう。このため、低負荷領域等のようにEGRガスを冷却する必要がない場合に、EGRガスが過冷却されてしまうおそれがある。

【0006】

本発明は、上記のような問題点に着目してなされたものであり、内燃機関の運転状態に応じてEGRガスの温度を容易に調整できる内燃機関および内燃機関の制御装置を提供することを目的とするものである。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、排気ガスの一部をEGRガスとして排気通路から吸気通路に還流する排気ガス還流通路と、前記排気ガス還流通路を取り囲むウォータジャケットとを有するエンジン本体を備えた内燃機関であって、前記排気ガス還流通路が、内側通路と、前記内側通路と前記ウォータジャケットとの間を仕切るように前記内側通路と前記ウォータジャケットとの間に設けられた外側通路とを含んで構成されており、前記排気通路と前記内側通路とを連通した状態で、前記排気通路と前記外側通路とを連通または連通を遮断するEGRガス流量制御装置を備えている。

40

【発明の効果】

【0008】

このように本発明によれば、内燃機関の運転状態に応じてEGRガスの温度を容易に調整できる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】図1は、本発明の内燃機関の第1の実施の形態を示す図であり、内燃機関の概略断面図である。

【図2】図2は、本発明の内燃機関の第1の実施の形態を示す図であり、EGRガス流量制御装置が取付けられたEGR通路の概略断面図である(内側通路および外側通路が閉じ

50

られた状態)。

【図3】図3は、本発明の内燃機関の第1の実施の形態におけるEGRバルブの構成図である。

【図4】図4は、本発明の内燃機関の第1の実施の形態を示す図であり、外側通路が閉じて内側通路が開いた状態のEGR通路の概略断面図である。

【図5】図5は、本発明の内燃機関の第1の実施の形態を示す図であり、内側通路および外側通路が開いた状態を示すEGR通路の概略断面図である。

【図6】図6は、本発明の内燃機関の第1の実施の形態におけるEGR制御判定マップを示す図である。

【図7】図7は、本発明の内燃機関の第1の実施の形態におけるEGR制御プログラムのフローチャートである。

10

【図8】図8は、本発明の内燃機関の第1の実施の形態におけるエンジン負荷およびエンジン回転数とMBT領域およびノッキング領域の関係を示す図である。

【図9】図9は、本発明の内燃機関の第2の実施の形態を示す図であり、EGRガス流量制御装置が取り付けられたEGR通路の概略断面図である(内側通路および外側通路が閉じられた状態)。

【図10】図10は、本発明の内燃機関の第2の実施の形態におけるEGR制御判定マップを示す図である。

【図11】図11は、本発明の内燃機関の第2の実施の形態におけるEGR制御プログラムのフローチャートである。

20

【図12】図12は、本発明の内燃機関の第2の実施の形態を示す図であり、外側通路が閉じて内側通路が開いた状態のEGR通路の概略断面図である。

【図13】図13は、本発明の内燃機関の第2の実施の形態を示す図であり、内側通路および外側通路が開いた状態のEGR通路の概略断面図である。

【図14】図14は、本発明の内燃機関の第2の実施の形態を示す図であり、内側通路が閉じて外側通路が開いた状態のEGR通路の概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明に係る内燃機関の実施の形態について、図面を用いて説明する。

<第1の実施の形態>

30

図1～図8は、本発明に係る第1の実施の形態の内燃機関を示す図である。

まず、構成を説明する。

図1において、内燃機関としてのエンジン1は、シリンダヘッド2を有し、シリンダヘッド2は、図示しないシリンダブロックの上部に取り付けられている。本実施の形態のシリンダヘッド2は、本発明のエンジン本体を構成している。

【0011】

シリンダブロックには気筒が設けられ、燃焼圧力を受けて図示しないピストンが気筒内を往復運動させられ、ピストンの往復運動は、図示しないクランクシャフトの回転運動に変換される。

シリンダヘッド2には燃焼室に連通する複数の吸気ポート3が形成されている。シリンダヘッド2には吸気マニホールド4が取り付けられており、吸気マニホールド4は、吸入空気を各気筒の燃焼室に分配して導入する。

40

【0012】

吸気マニホールド4には吸気管5が接続されており、吸気管5は、図示しない吸気ダクトから導入される空気を吸気マニホールドに導入する。吸気管5にはスロットルバルブ6が設けられている。スロットルバルブ6は、図示しないアクセルペダルの操作量に比例した開度で吸気管5を開閉する。スロットルバルブ6の開閉により、吸気ポート3を介して気筒に導入される吸入空気量が調整される。

【0013】

シリンダヘッド2には複数の排気ポート7が形成されており、排気ポート7は、各気筒

50

の燃焼室に連通している。シリンダヘッド 2 の内部には排気ポートと接続する排気マニホールド 8 が形成されている。

【0014】

シリンダヘッド 2 には排気管 9 を介して触媒 9 A が接続されており、触媒 9 A は、排気ポート 7 から排出される排気ガスを浄化する。触媒 9 A の下流には図示しない排気管やマフラが接続されており、触媒 9 A によって浄化された排気ガスは、マフラによって圧力変動が低減されて消音され、排気管を通して外部に排出される。

【0015】

シリンダヘッド 2 には排気ガスの一部である EGR ガスを吸気側に還流させるための EGR 取出し通路 10 が形成されている。EGR 取出し通路 10 は、排気マニホールド 8 に連通している。

10

【0016】

本実施の形態の吸気マニホールド 4 および EGR 導入通路 13 は、本発明の吸気通路を構成し、排気マニホールド 8 および EGR 取出し通路 10 は、本発明の排気通路を構成する。

シリンダヘッド 2 の内部には、吸排気方向と沿う方向に EGR 通路 11 が形成されており、EGR 通路 11 は、EGR 取出し通路 10 と連通して EGR ガスが導入される。本実施の形態の EGR 通路 11 は、本発明の排気ガス還流通路を構成する。

【0017】

シリンダヘッド 2 の内部には冷却水が流れるウォータジャケット 12 が形成されており、EGR 通路 11 の軸方向長さの大部分は、ウォータジャケットに取り囲まれて設けられている。

20

EGR 導入通路 13 は、EGR 通路 11 と吸気マニホールド 4 とを接続し、EGR 通路 11 から排出される EGR ガスを吸気マニホールド 4 に導入する。吸気マニホールド 4 は、吸気管 5 から導入された空気と EGR ガスとを混合して各気筒の燃焼室に導入する。

【0018】

図 1、図 2 において、EGR 通路 11 は、EGR 通路 11 の内側に配置されたパイプ 14 の内側に形成される内側通路 15 と、内側通路 15 とウォータジャケット 12 の間を仕切るように内側通路 15 とウォータジャケット 12 との間に設けられた外側通路 16 を構成している。

30

【0019】

このように EGR 通路 11 は、パイプ 14 によって内側通路 15 と外側通路 16 との径方向の連通が遮断される。外側通路 16 の外周面 16 A は、円筒形状に形成されている。なお、外側通路 16 の内周面は、パイプ 14 の外周面である。

【0020】

パイプ 14 は、図示しない支持部材によって内側通路 15 の中心軸と外側通路 16 の中心軸とが一致するようにシリンダヘッド 2 に固定されている。これにより、内側通路 15 の中心軸は、EGR 通路 11 の中心軸と同軸に設置され、ウォータジャケット 12 から離間して設置される。

【0021】

40

シリンダヘッド 2 には有底の筒状の EGR バルブ 17 および EGR アクチュエータ 18 が取付けられている。EGR アクチュエータ 18 は、ステッピングモータから構成されており、図示しないステータと、ステータの磁力によって回転するロータと、ロータに螺合され、先端に EGR バルブ 17 が取付けられたスクリーシャフト 18 A とを備えている。

【0022】

EGR アクチュエータ 18 は、回転速度がパルス周波数によって制御され、1 パルス当りの回転角度が一定角度に設定されている。EGR アクチュエータ 18 が駆動されると、ロータの回転をスクリーシャフト 18 A の直線運動に変換する。これにより、EGR バルブ 17 は、EGR アクチュエータ 18 のステップ数に比例した移動量だけスクリーシ

50

ャフト 18 A の軸方向に沿って進退し、内側通路 15 と外側通路 16 を開閉する。本実施の形態の EGR バルブ 17 および EGR アクチュエータ 18 は、本発明の EGR ガス流量制御装置を構成する。

【0023】

図 2 において、パイプ 14 は、軸方向で EGR 通路 11 よりも排気マニホールド 8 側に突出している。EGR バルブ 17 には円形のパルブ連通路 17 A が形成されており、パルブ連通路 17 A は、パイプ 14 に向かって開口し、パルブ連通路 17 A にはパイプ 14 の一端部 14 A が挿入可能となっている。

【0024】

図 3 に示すように、EGR バルブ 17 にはパルブ連通路 17 B が形成されており、パルブ連通路 17 B は、パルブ連通路 17 A と直交する方向に開口してパルブ連通路 17 A および EGR 取出し通路 10 に連通している。

EGR バルブ 17 は、外側通路 16 の外周面 16 A に接触する第 1 のシール面 17 a と、外側通路 16 の内周面 16 B に接触する第 2 のシール面 17 b とを有する。

【0025】

EGR アクチュエータ 18 は、第 1 のシール面 17 a が外側通路 16 の外周面 16 A に接触し、かつ、第 2 のシール面 17 b が外側通路 16 の内周面 16 B に接触する第 1 の状態と、第 1 のシール面 17 a が外側通路 16 の外周面 16 A に非接触となり、かつ、第 2 のシール面 17 b が外側通路 16 の内周面 16 B に接触する第 2 の状態となるように EGR バルブ 17 を移動させる。

【0026】

図 2 において、EGR バルブ 17 は、第 1 のシール面 17 a の全面が外側通路 16 の外周面 16 A に接触するように外側通路 16 に挿入される。これにより、外側通路 16 の外周面 16 A は、第 1 のシール面 17 a の厚み（図 4 の上下方向の厚み）に相当する長さ L で第 1 のシール面 17 a に接触する接触領域を有する。

【0027】

したがって、EGR バルブ 17 の移動に伴って第 1 のシール面 17 a が長さ L の接触領域の範囲内で外側通路 16 の外周面 16 A に接触する状態が第 1 の状態となる（図 2 参照）。ここで、EGR バルブ 17 の移動方向 A は、スクリーシャフト 18 A の軸方向とパイプ 14 の延びる方向と同方向である。

【0028】

本実施の形態の EGR バルブ 17 は、EGR バルブ 17 が外側通路 16 に進入し、第 1 のシール面 17 a が長さ L の接触領域の全域に接触した状態にあるときに最大突出量であり、このときの EGR バルブ 17 の端面 17 d の位置が最大突出位置 X0 となる（図 2 参照）。

【0029】

第 2 の状態は、第 2 のシール面 17 b が外側通路 16 の内周面 16 B との接触を保ちながら、第 1 のシール面 17 a が外側通路 16 の外周面 16 A に非接触となるように EGR バルブ 17 が移動する状態であり、移動方向 A の一定の範囲である。

【0030】

EGR バルブ 17 は、排気マニホールド 8 側の開口端である内側通路 15 の開口端 15 a に接触する第 3 のシール面 17 c を有し、第 3 のシール面 17 c は、パルブ連通路 17 A の底面全面である。本実施の形態の開口端 15 a は、内側通路 15 の開口端を構成する。

【0031】

EGR アクチュエータ 18 は、第 3 のシール面 17 c が内側通路 15 の開口端 15 a に接触する第 3 の状態と、第 3 のシール面 17 c が内側通路 15 の開口端 15 a に非接触となる第 4 の状態となるように EGR バルブ 17 を移動させる。

【0032】

EGR バルブ 17 が第 3 の状態にあるときには、第 1 のシール面 17 c が内側通路 15

10

20

30

40

50

の開口端 15 a に接触して、バルブ連通路 17 B は閉塞される（図 2 参照）。これにより、EGR 取出し通路 10 と内側通路 15 との連通が遮断されて EGR ガスが流れる通路が形成されない。

【0033】

第 3 の状態は、EGR バルブ 17 の最大突出位置 X0 に相当する位置であり、このときの EGR バルブ 17 の端面 17 d の位置が最大突出位置 X0 となる。すなわち、第 1 の状態と第 3 の状態とは、最大突出位置 X0 を含んでおり、第 1 の状態と第 3 の状態は、同じ状態を含んでいる。

【0034】

第 1 の状態で、かつ、第 4 の状態は、図 4 に示すように、第 1 のシール面 17 a が外側通路 16 の外周面 16 A に接触して外側通路 16 が閉弁した状態（この状態が第 1 の状態に相当）を保ちながら、第 1 のシール面 17 c が内側通路 15 の開口端 15 a から離れる状態（この状態が第 4 の状態に相当）である。

【0035】

EGR バルブ 17 が第 1 の状態で、かつ、第 4 の状態にあるときには、EGR 取出し通路 10 と外側通路 16 との連通が遮断されて、EGR 取出し通路 10 と外側通路 16 との間で EGR ガスが流れる通路が形成されない。これに加えて、EGR 取出し通路 10 と内側通路 15 とがバルブ連通路 17 B を介して連通して EGR ガスが流れる通路が形成される。

【0036】

第 2 の状態で、かつ、第 4 の状態は、図 5 に示すように、第 1 のシール面 17 a が外側通路 16 の外周面 16 A から離隔して外周面 16 A に非接触となり（この状態が第 2 の状態に相当）、かつ、第 1 のシール面 17 c が内側通路 15 の開口端 15 a から離れる状態である（この状態が第 4 の状態に相当）。

【0037】

EGR バルブ 17 が第 2 の状態で、かつ、第 4 の状態にあるときには、EGR 取出し通路 10 と外側通路 16 とが連通して EGR ガスが流れる通路が形成される。これに加えて、EGR 取出し通路 10 と内側通路 15 とがバルブ連通路 17 B を介して連通して EGR ガスが流れる通路が形成される。

【0038】

本実施の形態の外側通路 16 の内周面 16 B および外側通路 16 の外周面 16 A は、円筒形状に形成されている。EGR バルブ 17 は、円筒に形成され、バルブ連通路 17 A は、円筒形状に形成されている。これにより、EGR バルブ 17 が移動方向 A に沿って移動したときに、EGR バルブ 17 を外側通路 16 の外周面 16 A および内周面 16 B に密着させることができる。

【0039】

このため、内側通路 15 および外側通路 16 のシール性を保つことができ、内側通路 15 および外側通路 16 が閉じられたときに、内側通路 15 および外側通路 16 から EGR ガスが漏出することを防止できる。

【0040】

図 1 において、EGR アクチュエータ 18 は、ECU (Electronic Control Unit) 20 によって駆動される。ECU 20 にはエアフローメータ 21 およびエンジン回転数センサ 22 が接続されている。

【0041】

エアフローメータ 21 は、吸気管 5 に設けられており、吸気管 5 を流れる吸入空気量を検出して、ECU 20 に検出情報を送信する。エンジン回転数センサ 22 は、例えば、クランクシャフトの端部に設けられた図示しないロータの回転を検出し、ECU 20 に検出情報を送信する。

【0042】

ECU 20 は、CPU (Central processing unit)、ROM (Read Only Memory) お

10

20

30

40

50

よび R A M (Random Access Memory) 等のコンピュータから構成されている。E C U 2 0 は、エアフローメータ 2 1 から入力された情報に基づいてエンジン 1 の負荷を推定するとともに、エンジン回転数センサ 2 2 から入力された情報に基づいてエンジン回転数を推定し、エンジンの運転状態を検出する。本実施の形態の E C U 2 0 は、本発明の制御部を構成する。

【0043】

E C U 2 0 は、エアフローメータ 2 1 およびエンジン回転数センサ 2 2 から入力された情報に基づいて R O M に記憶された制御判定マップを参照し、E G R アクチュエータ 1 8 を制御する。

図 6 において、制御判定マップには、エンジン 1 の負荷と回転数とに関連付けられた E G R 導入領域のデータが記憶されている。E G R 導入領域は、低温 E G R 領域 C と高温 E G R 領域 H とに分けられている。

【0044】

E C U 2 0 は、エアフローメータ 2 1 およびエンジン回転数センサ 2 2 から入力された情報に基づいて制御判定マップを参照し、エンジン 1 の運転状態が低負荷運転状態であるものと判断した場合には、E G R 取出し通路 1 0 と外側通路 1 6 との連通を遮断し、E G R 取出し通路 1 0 と内側通路 1 5 とを連通するように E G R アクチュエータ 1 8 を制御する。

【0045】

E C U 2 0 は、エンジン 1 の運転状態が高負荷運転状態であるものと判断した場合には、E G R 取出し通路 1 0 と内側通路 1 5 および外側通路 1 6 とを連通するように E G R アクチュエータ 1 8 を制御する。

【0046】

次に、図 7 に示すフローチャートに基づいて E G R 制御を説明する。図 7 に示すフローチャートは、E G R 制御のフローチャートである。E G R 制御のプログラムは、E C U 2 0 の R O M に記憶されており、C P U によって実行される。

【0047】

まず、図 8 に示すように、エンジン 1 の運転状態が低負荷運転状態にある場合には、エンジン 1 の出力トルクが最大になる点火時期である M B T (Minimum advance for the Best Torque) に設定することが好ましく、M B T 領域では、高温の E G R ガスを気筒に導入することが好ましい。

【0048】

一方、エンジン 1 の運転状態が高負荷運転状態にある場合には、ノッキングの発生を抑制するために M B T に設定できないノッキング領域が存在する。通常、ノッキング領域では、M B T よりも遅角側であって、ノッキングが発生する限界直前まで進角させた点火時期に設定する点火時期制御を行うが、点火遅角させる代わりに、冷却した E G R ガスを気筒に導入することが好ましい。

【0049】

図 7 において、E C U 2 0 は、エアフローメータ 2 1 から入力された情報およびエンジン回転数センサ 2 2 から入力された情報に基づいてエンジン 1 の運転状態を推定する (ステップ S 1)。

【0050】

次いで、E C U 2 0 は、エンジン 1 の運転状態が E G R 導入領域にあるか否かを判別する (ステップ S 2)。ステップ S 2 において、E C U 2 0 は、エンジン 1 の運転状態が E G R 導入領域にないものと判断した場合には、E G R バルブ 1 7 によって内側通路 1 5 および外側通路 1 6 を閉じる (ステップ S 3)。

【0051】

E G R バルブ 1 7 によって内側通路 1 5 および外側通路 1 6 が閉じられる場合には、図 2 に示すように、E G R バルブ 1 7 の突出量が最大であり、第 1 のシール面 1 7 a が長さ L の接触領域の範囲において外側通路 1 6 の内周面 1 6 B に接触し、かつ、第 3 のシール

10

20

30

40

50

面 17c が内側通路 15 の開口端 15a に接触している。

【0052】

これにより、内側通路 15 および外側通路 16 が閉じた状態となり、EGR 取出し通路 10 と内側通路 15 および外側通路 16 との連通が遮断され、排気ポート 7 から吸気ポート 3 に EGR ガスが導入されない。

【0053】

第 3 のシール面 17c が内側通路 15 の開口端 15a に接触した状態においては、第 1 のシール面 17a が外側通路 16 の外周面 16A の長さ L の接触領域の全域に接触した状態で EGR バルブ 17 の端面 17d の位置が最大突出位置 X0 となる。

【0054】

ステップ S2 において、ECU 20 は、エンジン 1 の運転状態が EGR 導入領域にあるものと判断した場合には、エンジン 1 の運転状態が高温 EGR 領域にあるか否かを判別する（ステップ S4）。

【0055】

ステップ S4 において、ECU 20 は、制御判定マップを参照してエンジン 1 の運転状態が高温 EGR 領域であるものと判断した場合には、EGR アクチュエータ 18 を駆動し、EGR バルブ 17 によって内側通路 15 を開き、外側通路 16 を閉じる（ステップ S5）。

【0056】

EGR バルブ 17 によって内側通路 15 を開き、外側通路 16 を閉じるには、ECU 20 により EGR アクチュエータ 18 を駆動し、EGR バルブ 17 を、図 2 に示す位置から外側通路 15 の外方に離れて EGR アクチュエータ 18 に近づくように移動させる。

【0057】

これにより、図 4 に示すように、第 1 のシール面 17a が外側通路 16 の外周面 16A に接触し、第 2 のシール面 17b が外側通路 16 の内周面 16B に接触しながら第 3 のシール面 17c が内側通路 15 の開口端 15a から離れる。このため、バルブ連通路 17B が開放され、内側通路 15 がバルブ連通路 17A、17B を介して EGR 取出し通路 10 に連通される。

【0058】

このとき、最大突出位置 X0 を起点として最大突出位置 X0 からの EGR バルブ 17 の移動量 X を、 $X0 \leq X \leq L$ の範囲にすることで、外側通路 16 と EGR 取出し通路 10 との連通を遮断しながら、内側通路 15 と EGR 取出し通路 10 とを連通することができる。

【0059】

これにより、排気マニホールド 8 から EGR 取出し通路 10 を通して内側通路 15 に EGR ガスが導入され、この EGR ガスが EGR 導入通路 13 を介して吸気マニホールド 4 に導入される。内側通路 15 は、ウォータジャケット 12 に隣接する外側通路 16 の内側にあって、外側通路 16 に滞留している EGR ガスが断熱層となる。

【0060】

したがって、内側通路 15 を流れる EGR ガスは、外側通路 16 を流れる EGR ガスに比べて高温となり、エンジン 1 の運転状態が低負荷運転状態にある場合には、高温の EGR ガスが気筒に導入される。

【0061】

ステップ S4 において、ECU 20 は、制御判定マップを参照してエンジン 1 の運転状態が高温 EGR 領域でないものと判断した場合には、低温 EGR 領域であるものと判断して EGR アクチュエータ 18 を駆動し、EGR バルブ 17 によって内側通路 15 および外側通路 16 を開く（ステップ S6）。

【0062】

EGR バルブ 17 によって内側通路 15 および外側通路 16 を開くには、ECU 20 により EGR アクチュエータ 18 を駆動する。このとき、EGR アクチュエータ 18 は、E

10

20

30

40

50

G Rバルブ 17を図 4に示す位置から排気マニホールド 8側にさらに移動させる。具体的には、E G Rアクチュエータ 18は、E G Rバルブ 17の移動量 X が $L \leq X$ となるように制御する。

【0063】

これにより、図 5に示すように、第 1のシール面 17aが外側通路 16の外周面 16Aから離れる。このとき、バルブ連通路 17Bが開放された状態を維持したまま、外側通路 16が開放され、内側通路 15および外側通路 16がE G R取出し通路 10に連通される。

【0064】

このため、排気マニホールド 8からE G R取出し通路 10を通して内側通路 15および外側通路 16にE G Rガスが導入され、このE G RガスがE G R導入通路 13を介して吸気マニホールド 4に導入される。外側通路 16は、ウォータジャケット 12に隣接するため、外側通路 16を流れるE G Rガスは、低温の冷却水によって冷却される。

【0065】

したがって、E G R通路 11を流れるE G Rガスは、内側通路 15のみを流れるE G Rガスに比べて低温となり、エンジン 1の運転状態が高負荷運転状態にある場合には、低温のE G Rガスが気筒に導入される。

【0066】

このように本実施の形態のエンジン 1によれば、E G R通路 11が、内側通路 15と、内側通路 15とウォータジャケット 12との間を仕切るように内側通路 15とウォータジャケット 12との間に設けられた外側通路 16とを含んで構成されている。

【0067】

さらに、本実施の形態のエンジン 1は、排気取出し通路 10と内側通路 15とを連通した状態で、排気取出し通路 10と外側通路 16とを連通または連通を遮断するE G Rバルブ 17を備えている。

【0068】

これにより、E G Rガスを冷却する必要がある場合には、排気取出し通路 10と外側通路 16との連通を遮断し、排気取出し通路 10と内側通路 15とを連通させることで、ウォータジャケット 12から離れた内側通路 15にE G Rガスを流すことができる。このため、高温のE G Rガスを気筒に導入することができる。

【0069】

特に、本実施の形態のエンジン 1によれば、エンジン 1の運転状態に基づいてE G Rアクチュエータ 18を制御するECU 20を有し、ECU 20が、エンジン 1の運転状態が低負荷運転状態であることを条件として、排気取出し通路 10と外側通路 16との連通を遮断するようにE G Rアクチュエータ 18を制御する。

【0070】

すなわち、ECU 20は、エンジン 1の運転状態が低負荷運転、すなわち、MBT領域（図 8参照）にある場合に、エンジン 1の負荷とエンジン回転数に基づいて制御判定マップを参照し、排気取出し通路 10と外側通路 16との連通を遮断するようにE G Rアクチュエータ 18を制御することで、高温状態のままE G Rガスを気筒に導入できる。

【0071】

このため、圧縮着火式のエンジン 1にあっては、エンジン 1の始動時や寒冷時等のように冷却水温度が低い場合にE G Rガスが過冷却となることを防止して、エンジン 1の燃焼効率や排気成分が悪化することを防止できる。

【0072】

また、火花点火式のエンジン 1にあっては、燃焼遅延を抑制して、燃焼が不安定になることを防止できる。さらに、両方式のエンジン 1において、エンジン 1や触媒 9の早期暖機を図ることができる。

【0073】

また、本実施の形態のエンジン 1によれば、E G R通路 11を二重構造とすることで、

10

20

30

40

50

内側通路 15 において EGR ガス温度が高温に維持できるので、内側通路 15 の壁面で EGR ガス中の水蒸気の凝集による凝縮水の発生を抑制できる。

【0074】

これにより、ウォータージャケット 12 を流れる冷却水の温度が低い場合でも EGR ガスを気筒に導入可能になり、暖気時等においてエンジン 1 の燃費を向上させることができる。これに加えて、凝縮水によるエンジン 1 の失火やパイプ 14 の腐食を防止できる。

【0075】

また、本実施の形態のエンジン 1 によれば、シリンダヘッド 2 に形成された EGR 通路 11 を二重構造とし、内側通路 15 および外側通路 16 を EGR バルブ 17 によって開閉制御することで、EGR ガスの温度を容易に調整できる。

10

【0076】

これにより、高温用の EGR ガスが流れるバイパス管をシリンダヘッド 2 の周囲に設けることを不要にでき、シリンダヘッド 2 を備えたエンジン 1 の設置スペースを少なくして、車両の小型化を図ることができる。

【0077】

また、本実施の形態のエンジン 1 によれば、ECU 20 が、エンジン 1 の運転状態が高負荷運転状態であることを条件として、排気取出し通路 10 と内側通路 15 および外側通路 16 とを連通するように EGR アクチュエータ 18 を制御する。

【0078】

これにより、エンジン 1 の運転状態が高負荷運転、すなわち、ノッキング領域（図 8 参照）にある場合に、エンジン 1 の負荷とエンジン回転数に基づいて制御判定マップを参照し、EGR アクチュエータ 18 を制御することで、低温の EGR ガスを気筒に導入できる。

20

【0079】

このため、エンジン 1 の高負荷運転状態においてノッキングが発生することを抑制できる。特に、火花点火式のエンジン 1 にあっては、EGR ガスの温度を制御することで、高負荷運転状態において点火時期を進角側に設定することができ、燃費を向上できる。

【0080】

また、エンジン 1 の高負荷運転状態にある場合には、内側通路 15 および外側通路 16 の両方から EGR ガスを気筒に導入できるので、EGR ガスの流路抵抗が増大することを防止しつつ、低温の EGR ガスを大量に気筒に導入できる。このため、ノッキングを抑制しつつ、エンジン 1 の出力を大きくすることができる。

30

【0081】

さらに、ECU 20 は、エンジン 1 の運転状態に応じて気筒に高温の EGR ガスおよび低温の EGR ガスを選択して気筒に導入できるので、エンジン 1 の運転状態に応じた最適な燃焼制御を実施することができる。

【0082】

また、エンジン 1 の運転状態が低負荷運転状態にあるときには、スロットルバルブ 6 の開度が小さいため、吸気マニホールド 4 の内部の負圧が大きくなる。このため、EGR バルブ 17 の流量特性は、EGR バルブ 17 の開度に対して EGR ガスの流量が急増しない特性が望まれる。

40

【0083】

一方、エンジン 1 の運転状態が高負荷運転状態にあるときには、スロットルバルブ 6 の開度が大きく、吸気マニホールド 4 の内部の負圧が小さくなることから、より流路抵抗を減らし、なるべく多くの EGR ガスを流動させることが望まれる。

【0084】

本実施の形態のエンジン 1 によれば、エンジン 1 の運転状態が低負荷運転状態にある場合に、内側通路 15 を開くときには、外側通路 16 の長さ L の接触領域の範囲内で第 1 のシール面 17a を外周面 16b に接触した状態を保ちながら、EGR バルブ 17 を長さ L の接触領域の範囲内で往復移動させる。

50

【0085】

これにより、内側通路15の開口面積に対してバルブ連通路17Bの開口面積に増減することができ、高温EGR領域においてEGRガスの流量を緻密に調整することができる。このため、EGRバルブ17の開度に対してEGRガスの流量が急増しない特性を容易に得ることができる。

【0086】

また、エンジン1の運転状態が高負荷運転状態にある場合には、内側通路15および外側通路16の両方の通路からEGRガスを気筒に導入できるので、EGRガスの流路抵抗を低減して、より多くのEGRガスを気筒に導入できる。

【0087】

また、本実施の形態のEGRバルブ17は、外側通路16の外周面16Aに接触する第1のシール面17aと外側通路16の内周面16Bに接触する第2のシール面17bとを有する。

【0088】

EGRバルブ17は、シール面17aが外側通路16の外周面16Aに接触し、かつ、第2のシール面17bが外側通路16の内周面16Bに接触する第1の状態と第1のシール面17aが外側通路16の外周面16Aに非接触となり、かつ、第2のシール面17bが外側通路16の内周面16Bに接触する第2の状態となるように移動自在に設けられる。

【0089】

さらに、EGRバルブ17は、第1の状態にあるときに、EGR取出し通路10と外側通路16との連通を遮断し、第2の状態にあるとき、EGR取出し通路10と外側通路16とを連通させる。

これにより、1つのEGRバルブ17をスクリーシャフト18Aの軸方向に移動させることで、外側通路16とEGR取出し通路10とを連通および連通を遮断できる。

【0090】

また、本実施の形態のEGRバルブ17は、内側通路15の開口端15aに接触する第3のシール面17cを有し、第3のシール面17cが内側通路15の開口端15aに接触する第3の状態と、第3のシール面17cが内側通路15の開口端15aに非接触となる第4の状態となるように移動自在に設けられる。

【0091】

さらに、EGRバルブ17は、第3の状態にあるときに、EGR取出し通路10と内側通路15との連通を遮断し、第1の状態と、かつ、第4の状態にあるときに、EGR取出し通路10と内側通路15とを連通し、かつ、EGR取出し通路10と外側通路16との連通を遮断する。これに加えて、EGRバルブ17は、第2の状態と、かつ、第4の状態にあるときに、EGR取出し通路10と内側通路15および外側通路16とを連通する。

【0092】

これにより、1つのEGRバルブ17によって内側通路15および外側通路16とEGR取出し通路10との連通状態を容易に切換えることができ、内側通路15および外側通路16の簡素化を図ることができる。このため、シリンダヘッド2が大型化することを防止することができる。

【0093】

<第2の実施の形態>

図9～図14は、本発明に係る第2の実施の形態の内燃機関を示す図であり、第1の実施の形態の同一の構成には同一番号を付して説明を省略する。

【0094】

図9において、シリンダヘッド2には遮蔽部31が形成されており、遮蔽部31は、EGR取出し通路10とEGR通路11とを連通する開口部31Aを有する。EGRバルブ17において、バルブ連通路17Aの上部を構成する上壁17Cの肉厚 t_1 は、内側通路15の開口端15aと開口部31Aの内周下端31aとの距離 t_2 よりも大きく形成され

10

20

30

40

50

ている。

【0095】

ECU20のROMには図10に示す制御判定マップが記憶されている。図10において、制御判定マップには、エンジン1の負荷と回転数とに関連付けられたEGR導入領域のデータが記憶されている。EGR導入領域は、低温EGR領域C1と高温EGR領域H1と低温EGR領域C1と高温EGR領域H1との中間の中温EGR領域M1とに分けられている。

【0096】

すなわち、本実施の形態の制御判定マップは、第1の実施の形態の低温EGR領域Cが、低温EGR領域C1および中温EGR領域M1に分けられている。

10

【0097】

ECU20は、エアフローメータ21およびエンジン回転数センサ22から入力された情報に基づいて制御判定マップを参照し、エンジン1の運転状態が低負荷運転状態であるものと判断した場合には、EGR取出し通路10と内側通路15とを連通するようにEGRアクチュエータ18を制御する。

【0098】

ECU20は、エンジン1の運転状態が高負荷運転状態であるものと判断した場合には、EGR取出し通路10と外側通路16とを連通し、EGR取出し通路10と内側通路15および外側通路16とを連通するようにEGRアクチュエータ18を制御する。

【0099】

20

ECU20は、エンジン1の運転状態が中負荷運転状態であるものと判断した場合には、EGR取出し通路10と内側通路15との連通を遮断し、EGR取出し通路10と外側通路16とを連通するようにEGRアクチュエータ18を制御する。

【0100】

次に、図11に示すフローチャートに基づいてEGR制御を説明する。図11に示すフローチャートは、EGR処理プログラムのフローチャートである。EGR処理プログラムは、ECU20のROMに記憶されており、CPUによって実行される。

【0101】

図11において、ECU20は、エアフローメータ21から入力された情報およびエンジン回転数センサ22から入力された情報に基づいてエンジン1の運転状態を推定する（ステップS11）。

30

【0102】

次いで、ECU20は、エンジン1の運転状態がEGR導入領域にあるか否かを判別する（ステップS12）。ステップS12において、ECU20は、エンジン1の運転状態がEGR導入領域にないものと判断した場合には、EGRバルブ17によって内側通路15および外側通路16を閉じる（ステップS13）。

【0103】

これにより、図9に示すように、内側通路15および外側通路16が閉じた状態となり、EGR取出し通路10の開口部31Aと内側通路15および外側通路16との連通が遮断され、排気ポート7から吸気ポート3にEGRガスが導入されない。

40

【0104】

ステップS12において、ECU20は、エンジン1の運転状態がEGR導入領域にないものと判断した場合には、エンジン1の運転状態が高温EGR領域にあるか否かを判別する（ステップS14）。

【0105】

ステップS14において、ECU20は、制御判定マップを参照してエンジン1の運転状態が高温EGR領域であるものと判断した場合には、EGRアクチュエータ18を駆動し、EGRバルブ17によって内側通路15を開き、外側通路16を閉じる（ステップS15）。

【0106】

50

EGRバルブ17によって内側通路15を開き、外側通路16を閉じるには、ECU20によりEGRアクチュエータ18を駆動し、EGRバルブ17を図9に示す位置から排気マニホールド8側に移動させる。

【0107】

これにより、図12に示すように、バルブ連通路17Bが開放され、内側通路15がバルブ連通路17A、17Bから開口部31Aを介してEGR取出し通路10に連通され、高温のEGRガスが気筒に導入される。

【0108】

ステップS14において、ECU20は、制御判定マップを参照してエンジン1の運転状態が高温EGR領域でないものと判断した場合には低温EGR領域であるか否かを判断する(ステップS16)。

10

【0109】

ステップS16において、ECU20は、低温EGR領域でないものと判断した場合には、中温EGR領域であるものと判断してEGRアクチュエータ18を駆動し、EGRバルブ17によって内側通路15および外側通路16を開く(ステップS18)。

【0110】

EGRバルブ17によって内側通路15および外側通路16を開くには、EGRアクチュエータ18は、EGRバルブ17を図12に示す位置から図13に示す排気マニホールド8側にさらに移動させる。

【0111】

20

具体的には、EGRアクチュエータ18は、EGRバルブ17を $L < X$ だけ移動させる。これにより、内側通路15および外側通路16がEGR取出し通路10に連通される。なお、ステップS13、ステップS15、ステップS18において、EGRバルブ17の動きは、それぞれ図7のステップS3、ステップS5、ステップS6と同一である。

【0112】

ステップS16において、ECU20は、低温EGR領域であるものと判断した場合には、EGRアクチュエータ18を駆動し、EGRバルブ17によって内側通路15を閉じ、外側通路16を開く(ステップS17)。

【0113】

EGRバルブ17によって内側通路15を閉じ、外側通路16を開くには、EGRアクチュエータ18は、EGRバルブ17を図13に示す位置から図14に示す排気マニホールド8側にさらに移動させる。

30

【0114】

すなわち、 $L \leq X$ の移動範囲においてXの値がさらに増大するまでEGRバルブ17を移動させる。EGRバルブ17の移動量が X_t となったときに、EGRアクチュエータ18の駆動を停止する。

【0115】

図14に示すように、ECU20は、最大突出位置 X_0 からEGRバルブ17の上壁17Cが内側通路15の開口端15aと開口部31Aの内周下端31aとの距離 t_1 の範囲に移動するまでのパルス数に基づいてEGRバルブ17の移動量 X_t を設定している。これにより、EGRバルブ17によって内側通路15を閉じ、外側通路16が開かれ、外側通路16を流れる低温のEGRガスが気筒に導入される。

40

【0116】

このように本実施の形態のエンジン1によれば、排気取出し通路10と外側通路16とを連通した状態で、排気取出し通路10と内側通路15とを連通または連通を遮断するEGRバルブ17を備えている。

【0117】

これにより、エンジン1の運転状態が高負荷運転状態である場合に、第1の実施の形態に比べてより低温のEGRガスのみを気筒に供給することでき、第1の実施の形態の効果に加えて、エンジン1の高負荷運転状態においてノッキングが発生することをより効果的

50

に抑制できる。これに加えて、エンジン 1 の運転状態に応じて、EGR ガスの温度制御をより緻密に行うことができる。

【0118】

上記各実施の形態においては、内周面 16B および外側通路 16 の外周面 16A は、円筒形状に形成されている。EGR バルブ 17 は、有底の筒状に形成され、バルブ連通路 17A は、円筒形状に形成されているが、この形状に限定されるものではなく、内側通路 15 および外側通路 16 のシール性を向上できる形状であれば、どのような形状であってもよい。

【0119】

また、本実施の形態のエンジン 1 は、EGR 通路 11 をシリンダヘッド 2 に形成しているが、これに限らず、EGR 通路 11 をシリンダブロックに形成してもよい。

10

【0120】

本発明の実施の形態を開示したが、当業者によっては本発明の範囲を逸脱することなく変更が加えられうることは明白である。すべてのこのような修正および等価物が次の請求項に含まれることが意図されている。

【符号の説明】

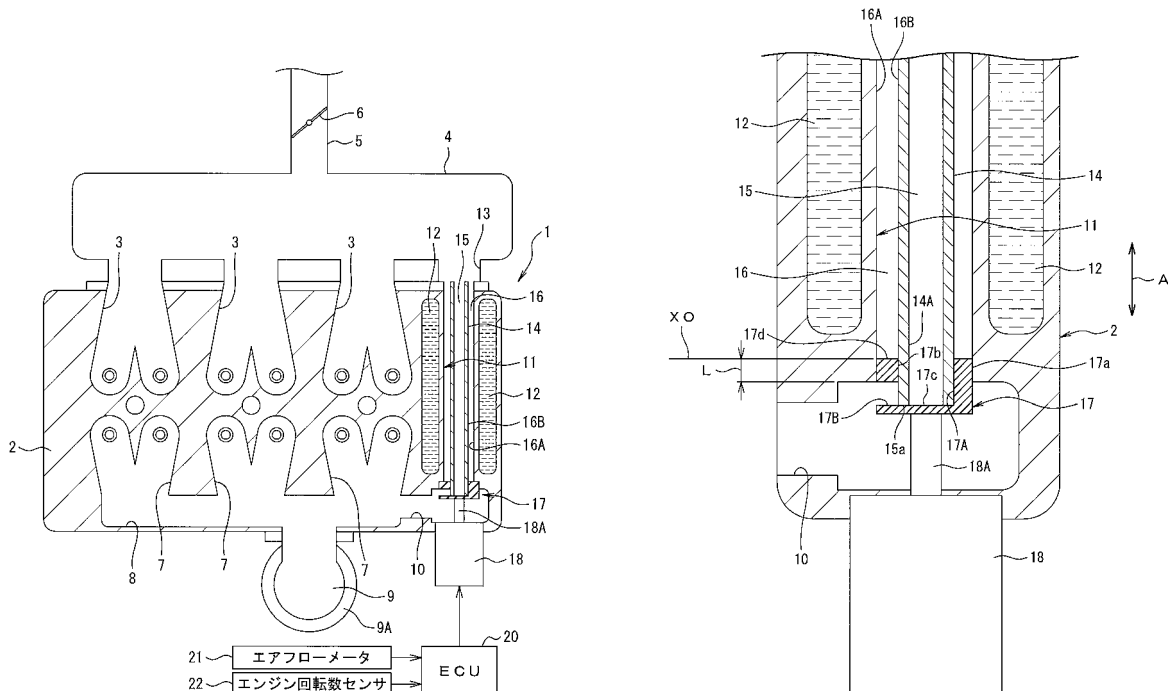
【0121】

1...エンジン（内燃機関）、2...シリンダヘッド 2（エンジン本体）、4...吸気マニホールド（吸気通路）、8...排気マニホールド（排気通路）、10...EGR 取出し通路（排気通路）、11...EGR 通路（排気ガス還流通路）、12...ウォータジャケット、13...EGR 導入通路（吸気通路）、15...内側通路、15a...開口端（内側通路の開口端）、16...外側通路、16A...外周面（外側通路の外周面）、16B...内周面（外側通路の内周面）、17...EGR バルブ（EGR ガス流量制御装置）、17a...第 1 のシール面、17b...第 2 のシール面、17c...第 3 のシール面、18...EGR アクチュエータ（EGR ガス流量制御装置）、20...ECU（制御部）

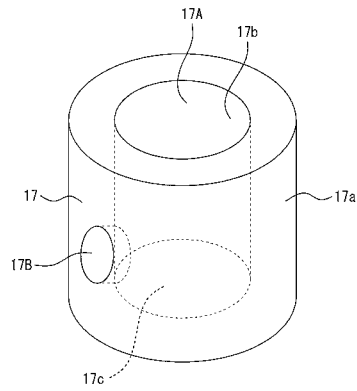
20

【図 1】

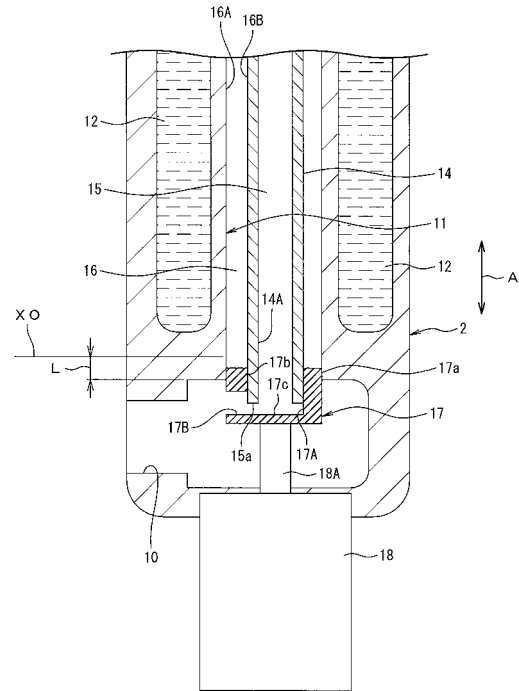
【図 2】



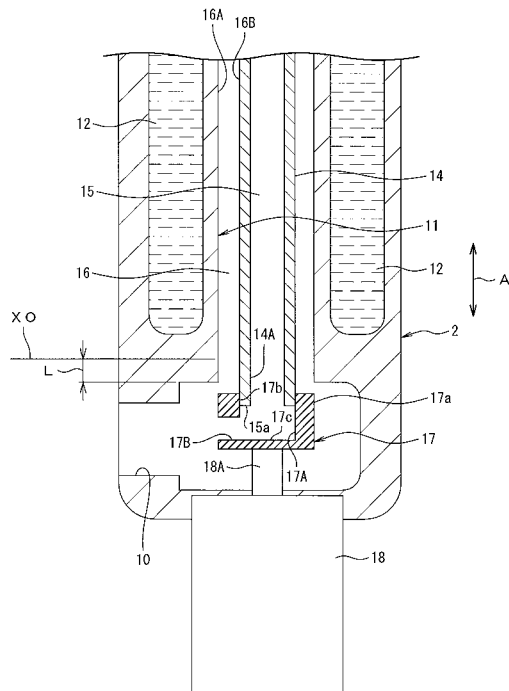
【図 3】



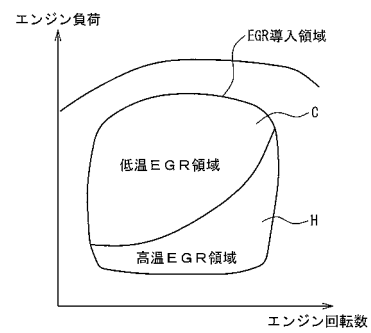
【図 4】



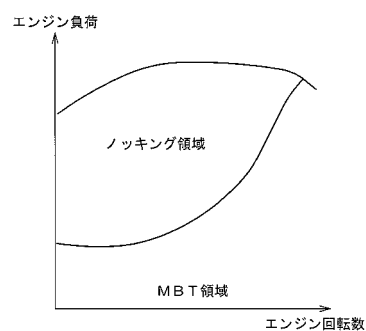
【図 5】



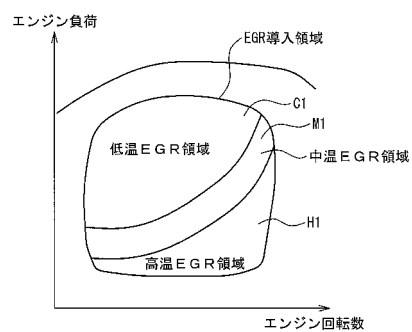
【図 6】



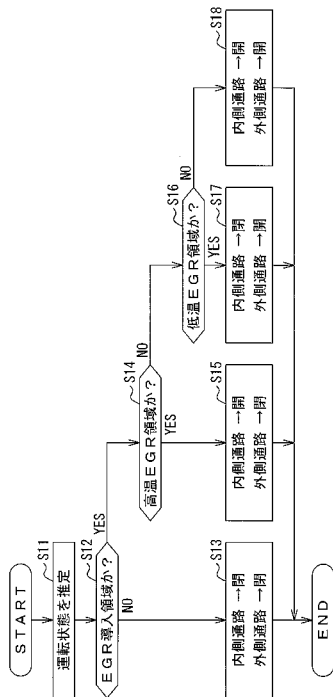
【图 8】



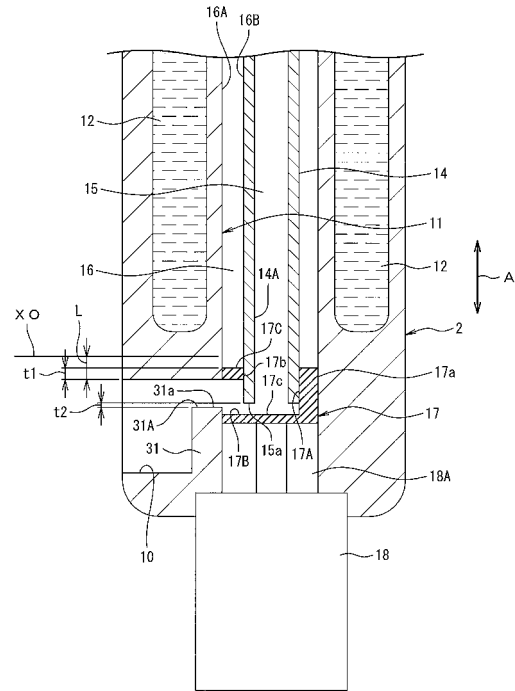
【図 10】



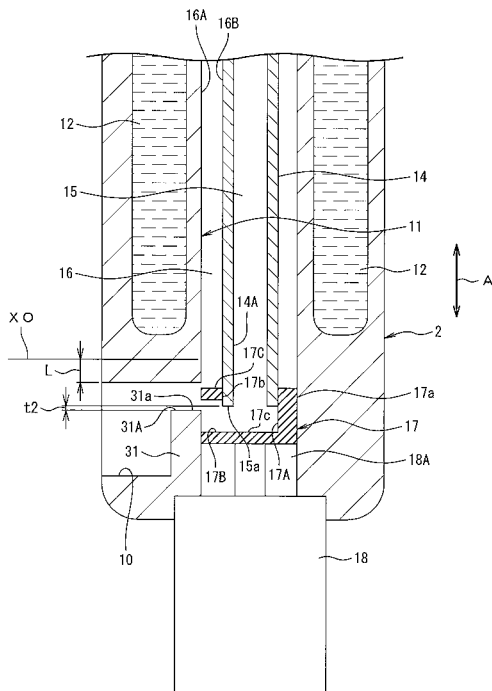
【 図 1 1 】



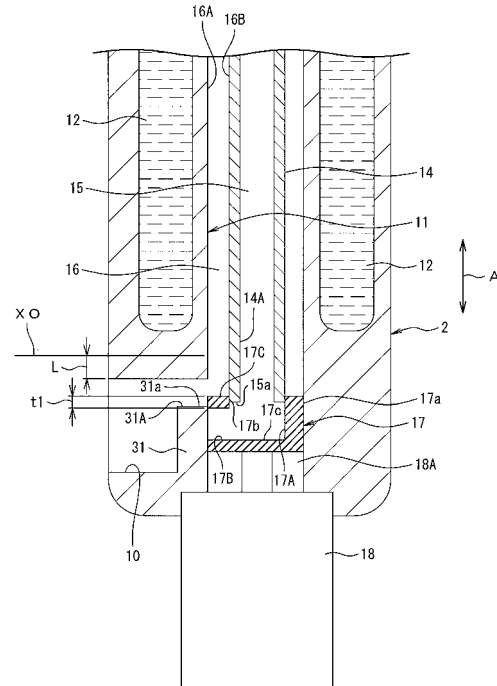
【 図 1 2 】



【图 1 3】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
F O 2 M 26/33	(2016.01)	F O 1 P 3/20	F	
F O 2 M 26/29	(2016.01)	F O 2 M 26/33	3 1 1	
		F O 2 M 26/29		