(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 9 月 11 日(11.09.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/133172 A1

(51) 国際特許分類:
F02D 45/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/050830

(22) 国際出願日: 2015 年 1 月 14 日(14.01.2015)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2014-045529 2014 年 3 月 7 日(07.03.2014) JP

(71) 出願人: トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地 Aichi (JP).

(72) 発明者: 中坂 幸博 (NAKASAKA, Yukihiro); 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 高橋 英樹, 外 (TAKAHASHI, Hideki et al.); 〒1040045 東京都中央区築地１丁目１２番２２号 コンワビル７階 特許業務法人 高田・高橋国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) **Title**: AIR-FUEL RATIO DETECTION DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称 : 内燃機関の空燃比検出装置

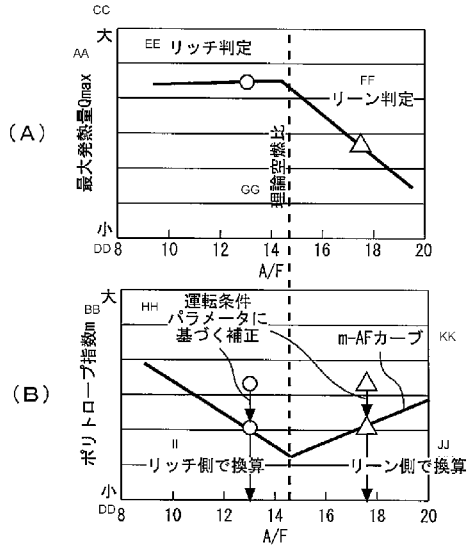


FIG. 7:
AA Maximum heat generation amount (Qmax)
BB Polytropic exponent (m)
CC Larger
DD Smaller
EE Rich determination
FF Lean determination
GG Stoichiometric air-fuel ratio
HH Corrected on basis of operating condition parameter
II Conversion on rich side
JJ Conversion on lean side
KK m-AF curve

(57) **Abstract**: An air-fuel ratio detection device for an internal combustion engine is provided with cylinder pressure sensors (30). A determination is made regarding whether a cylinder for which the air-fuel ratio in the cylinder is being calculated is a rich cylinder or a lean cylinder. The cylinder pressure detected by the cylinder pressure sensors (30) is used to calculate a polytropic exponent (m) for the expansion stroke. The calculated polytropic exponent (m) is corrected on the basis of an operating condition parameter for the internal combustion engine (10). The air-fuel ratio for the cylinder is then calculated on the basis of the corrected polytropic exponent (m) for the expansion stroke, the result of the determination regarding whether the cylinder is rich cylinder or lean cylinder, and an m-A/F curve.

(57) 要約: 筒内圧センサ（３０）を備える。筒内の空燃比の算出対象気筒がリッチ気筒であるかあるいはリーン気筒であるかを判定する。筒内圧センサ（３０）により検出される筒内圧力を用いて、膨張行程のポリトロープ指数ｍを算出する。算出したポリトロープ指数ｍを内燃機関（１０）の運転条件パラメータに基づいて補正する。補正後の膨張行程のポリトロープ指数ｍと、リッチ気筒／リーン気筒の判定結果と、ｍ－Ａ／Ｆカーブとに基づいて、筒内の空燃比を算出する。

WO 2015/133172 A1

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 内燃機関の空燃比検出装置

技術分野

[0001] この発明は、内燃機関の空燃比検出装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、例えば特許文献１には、筒内圧センサを利用して空燃比もしくは気筒間の空燃比インバランスを検出する内燃機関の空燃比検出装置が開示されている。この従来の空燃比装置では、燃焼速度がピーク値に達するように対象気筒の燃料噴射量が変更される。そして、当該燃料噴射量の変更開始から燃焼速度のピーク値到達までの間に変更した燃料噴射量の変更量に基づいて、上記対象気筒の空燃比に関する情報が算出される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本特開２０１３－１４２３０２号公報
特許文献2：日本特開平０３－０２３３４９号公報
特許文献3：日本特開２０１０－１３３３５３号公報
特許文献4：日本特開２０１２－１８０８１７号公報
特許文献5：日本特開２００５－１３３６０４号公報
特許文献6：日本特開２０１０－００７５８１号公報
特許文献7：日本特開２０１１－１１１９０６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 筒内圧センサの出力値を利用して、筒内ガスの空燃比と相関のある燃焼パラメータとして、例えば、燃焼による筒内の発熱量または燃焼速度を算出することができる。これらの発熱量および燃焼速度は、何れも、理論空燃比よりもリーンな領域では空燃比に対して高い感度を有している。しかしながら、理論空燃比よりもリッチな領域では、発熱量または燃焼速度の空燃比に対

する感度が低く、発熱量または燃焼速度から正確な空燃比を特定することが困難なものであった。

[0005] この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、理論空燃比よりもリッチな領域を含めて筒内圧検出手段を利用して筒内の空燃比指標値を算出することのできる内燃機関の空燃比検出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

[0006] 第１の発明は、内燃機関の空燃比検出装置であって、

筒内圧力を検出する筒内圧力検出手段と、

筒内の空燃比指標値の算出対象気筒が、筒内の空燃比が理論空燃比よりもリッチとなるリッチ気筒であるか、あるいは筒内の空燃比が理論空燃比よりもリーンとなるリーン気筒であるかを判定する気筒空燃比判定手段と、

前記筒内圧力検出手段により検出される筒内圧力を用いて、膨張行程のポリトロープ指数を算出するポリトロープ指数算出手段と、

を備え、

前記ポリトロープ指数算出手段は、算出したポリトロープ指数を内燃機関の運転条件パラメータに基づいて補正し、

補正後の膨張行程のポリトロープ指数と、筒内の空燃比指標値の算出対象気筒がリッチ気筒であるかあるいはリーン気筒であるかの判定結果と、基準運転条件での膨張行程のポリトロープ指数と筒内の空燃比指標値との関係を規定する関係情報とに基づいて、筒内の空燃比指標値を算出する空燃比算出手段をさらに備えることを特徴とする。

[0007] また、第２の発明は、第１の発明において、

膨張行程のポリトロープ指数の補正に用いる前記運転条件パラメータは、エンジン回転速度、エンジン冷却水温度、点火時期、ＥＧＲ率およびエンジン負荷率のうちの少なくとも１つであることを特徴とする。

[0008] また、第３の発明は、第２の発明において、

前記ポリトロープ指数算出手段は、エンジン回転速度が高いほど、エンジ

ン冷却水温度が高いほど、点火時期が遅いほど、ＥＧＲ率が高いほど、または、エンジン負荷率が高いほど、膨張行程のポリトロープ指数がより小さくなるように補正するものであることを特徴とする。

[0009] また、第４の発明は、第１～第３の発明の何れか１つにおいて、

前記気筒空燃比判定手段は、前記筒内圧力検出手段により検出される筒内圧力を用いて発熱量もしくは燃焼速度を算出し、算出した発熱量もしくは燃焼速度が所定値よりも大きい場合に、筒内の空燃比指標値の算出対象気筒がリッチ気筒であると判定することを特徴とする。

[0010] また、第５の発明は、第１～第４の発明の何れか１つにおいて、

前記ポリトロープ指数算出手段は、燃焼終了点以降であって排気弁の開弁時期よりも前の膨張行程中の２点以上の筒内圧力および筒内容積を用いて、膨張行程のポリトロープ指数を算出することを特徴とする。

[0011] また、第６の発明は、第１～第５の発明の何れか１つにおいて、

前記内燃機関は複数の気筒を備え、

前記筒内圧力検出手段は、前記複数の気筒のそれぞれの筒内圧力を検出するものであって、

前記空燃比算出手段によって算出された筒内の空燃比指標値に基づく気筒間の空燃比のずれ量が所定の判定値よりも大きい場合に、空燃比が気筒間でインバランス状態にあると判定するインバランス検出手段をさらに備えることを特徴とする。

[0012] また、第７の発明は、第１～第６の発明の何れか１つにおいて、

前記基準運転条件は、前記運転条件パラメータが任意の基準値となる時の運転条件であることを特徴とする。

[0013] また、第８の発明は、第１～第７の発明の何れか１つにおいて、

前記関係情報は、筒内の空燃比指標値をＸ軸とし、膨張行程のポリトロープ指数をＹ軸とした場合におけるＸＹ平面上で膨張行程のポリトロープ指数と筒内の空燃比指標値との関係を規定するカーブであることを特徴とする。

発明の効果

[0014] 膨張行程のポリトロープ指数と筒内の空燃比指標値との間には相関関係がある。しかしながら、比熱比やポリトロープ指数ｍは、筒内の空燃比との関係で一意的に定まるものではない。その理由は、エンジン回転速度およびエンジン冷却水温度などの内燃機関の運転条件パラメータの値の変化に応じて冷却損失が変化することに起因して変化する筒内のガス温度の影響を受けるためである。また、膨張行程のポリトロープ指数と空燃比指標値との関係は、理論空燃比にてポリトロープ指数が最低となり、空燃比が理論空燃比に対してリッチもしくはリーンになるほどポリトロープ指数が高くなるという傾向を有するものである。したがって、空燃比指標値が異なる値であっても同じポリトロープ指数となり得る。第１、第７および第８の発明によれば、筒内の空燃比指標値の算出対象気筒が、筒内の空燃比が理論空燃比よりもリッチとなるリッチ気筒であるか、あるいは筒内の空燃比が理論空燃比よりもリーンとなるリーン気筒であるかが判定される。そして、筒内圧力を用いて算出した膨張行程のポリトロープ指数が内燃機関の運転条件パラメータに基づいて補正される。そのうえで、補正後の膨張行程のポリトロープ指数と、筒内の空燃比指標値の算出対象気筒がリッチ気筒であるかあるいはリーン気筒であるかの判定結果と、基準運転条件での膨張行程のポリトロープ指数と筒内の空燃比指標値との関係を規定する関係情報とに基づいて、筒内の空燃比指標値が算出される。これにより、理論空燃比よりもリッチな領域を含めて、筒内圧力検出手段により検出される筒内圧力を用いて算出した膨張行程のポリトロープ指数を利用して筒内の空燃比指標値を算出することが可能となる。

[0015] 第２および第３の発明によれば、運転条件パラメータの値の変化に起因するポリトロープ指数の変化分を適切に補正することができる。

[0016] 第４の発明によれば、筒内圧力検出手段により検出される筒内圧力を用いて、筒内の空燃比指標値の算出対象気筒がリッチ気筒であることを適切に判定することができる。

[0017] 第５の発明によれば、膨張行程のポリトロープ指数を適切に算出すること

ができる。

[0018] 第６の発明によれば、筒内圧力検出手段により検出される筒内圧力に基づく膨張行程のポリトロープ指数を利用して空燃比の気筒間インバランス検出を適切に行うことができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の実施の形態１における内燃機関のシステム構成を説明するための図である。

[図2]本発明の実施の形態１において着目する既燃ガスの比熱比（κ）と空燃比（Ａ／Ｆ）との関係を表した図である。

[図3]比熱比とガス温度との関係を表した図である。

[図4]内燃機関の圧縮行程および膨張行程での両対数Ｐ－Ｖ線図である。

[図5]筒内のガス温度の変化と膨張行程のポリトロープ指数ｍの変化との関連性を説明するための図である。

[図6]本発明の実施の形態１において各気筒の空燃比を検出するために実行されるルーチンのフローチャートである。

[図7]本発明の実施の形態１における空燃比検出手法の具体例を説明するための図である。

[図8]図６に示すステップ１０８の処理で用いる各種ポリトロープ指数補正量の設定を表した図である。

[図9]気筒間の空燃比インバランス検出を行うために実行されるルーチンのフローチャートである。

[図10]燃焼速度と筒内の空燃比との関係を表した図である。

発明を実施するための形態

[0020] 実施の形態１．

［実施の形態１のシステム構成］

図１は、本発明の実施の形態１における内燃機関１０のシステム構成を説明するための図である。

図１に示すシステムは、多気筒型の内燃機関１０を備えている。ここでは

、内燃機関１０は、一例として、火花点火式の直列４気筒型のガソリンエンジンであるものとする。内燃機関１０の各気筒内には、ピストン１２が設けられている。筒内におけるピストン１２の頂部側には、燃焼室１４が形成されている。燃焼室１４には、吸気通路１６および排気通路１８が連通している。

[0021] 吸気通路１６の吸気ポートには、当該吸気ポートを開閉する吸気弁２０が設けられており、排気通路１８の排気ポートには、当該排気ポートを開閉する排気弁２２が設けられている。また、吸気通路１６には、電子制御式のスロットルバルブ２４が設けられている。

[0022] 内燃機関１０の各気筒には、燃焼室１４内（筒内）に直接燃料を噴射するための燃料噴射弁２６、および、混合気に点火するための点火プラグ２８を備える点火装置が、それぞれ設けられている。さらに、各気筒には、筒内圧力を検出するための筒内圧センサ３０が組み込まれている。また、排気通路１８には、各気筒からの排気ガスが合流した後の部位に、排気ガスの空燃比を検出するための空燃比センサ３２が取り付けられている。空燃比センサ３２よりも下流側の排気通路１８には、排気ガスを浄化するための排気浄化触媒として、三元触媒３４が配置されている。

[0023] また、内燃機関１０は、排気通路１８と吸気通路１６とを接続するＥＧＲ通路３６を備えている。ＥＧＲ通路３６には、吸気通路１６に還流する排気ガス（ＥＧＲガス）の量を調整するためのＥＧＲバルブ３８が設けられている。ＥＧＲバルブ３８の開度を調整することでＥＧＲ率を制御することができる。

[0024] さらに、本実施形態のシステムは、ＥＣＵ(Electronic Control Unit)４０を備えている。ＥＣＵ４０の入力部には、上述した筒内圧センサ３０に加え、クランク角度およびエンジン回転速度を取得するためのクランク角センサ４２、吸入空気量を計測するためのエアフローメータ４４、および、排気弁２２を駆動する排気カム軸（図示省略）の回転角度を検出するための排気カム角センサ４６等の内燃機関１０の運転状態を取得するための各種センサが

接続されている。排気カム角センサ４６によれば、排気弁２２の開閉時期を可変とする排気可変バルブタイミング機構（図示省略）により調整される排気弁２２の開閉時期を検知することができる。また、ＥＣＵ４０の出力部には、上述したスロットルバルブ２４、燃料噴射弁２６、上記点火装置、およびＥＧＲバルブ３８等の内燃機関１０の運転を制御するための各種アクチュエータが接続されている。ＥＣＵ４０は、筒内圧センサ３０の出力信号を、クランク角度と同期させてＡＤ変換して取得する機能を有している。これにより、ＡＤ変換の分解能が許す範囲で、任意のクランク角タイミングにおける筒内圧力を検出することができる。さらに、ＥＣＵ４０は、クランク角度の位置によって決まる筒内容積の値を、クランク角度に応じて算出する機能を有している。ＥＣＵ４０は、上記各種センサの出力と所定のプログラムとに基づいて上記各種のアクチュエータを駆動することにより、燃料噴射制御および点火制御等の所定のエンジン制御を行うものである。そのようなエンジン制御の１つとして、ＥＣＵ４０は、内燃機関１０の運転中に空燃比センサ３２および三元触媒３４が活性状態にある等の所定の実行条件が成立している場合に、三元触媒３４に流入する排気ガス（すなわち、各気筒からの排気ガスが合流した後の排気ガス）の空燃比が理論空燃比となるように各気筒の燃料噴射量を調整する空燃比のフィードバック制御を行う。

[0025] ［実施の形態１における各気筒内の空燃比検出］

（既燃ガスの比熱比と筒内の空燃比との関係）

図２は、本発明の実施の形態１において着目する既燃ガスの比熱比（κ）と空燃比（Ａ／Ｆ）との関係を表した図である。図３は、比熱比とガス温度との関係を表した図である。なお、図３は、内燃機関１０の燃料であるガソリンのものではないがガソリンと同様の傾向を有する炭化水素燃料（C_nH_{2n}）を燃料とする理論空燃比（空気過剰率λ＝１）下での燃焼ガスと、空気とを例示したものである。

[0026] 図２に示すように、筒内の既燃ガス（すなわち、燃焼終了点以降の膨張行程における筒内ガス）の比熱比は、理論空燃比で最も低くなり、筒内の空燃

比が理論空燃比に対してリッチもしくはリーンになるほど高くなるという特性を有している。このような特性が得られる理由としては、次の２つの要因がある。

[0027] １つ目の要因は筒内のガス組成である。ガソリンなどの炭化水素燃料を燃焼させると、CO_2、H_2O、ＣＯおよびH_2等が生成される。これらは何れも２原子分子もしくは３原子分子である。２原子分子の比熱比は０℃で約１．４であり、３原子分子の比熱比は同じ０℃で約１．３～１．３３であり、３原子分子の方が２原子分子よりも比熱比が低い。このため、既燃ガス中の３原子分子の割合が増えると比熱比が低くなり、逆に、２原子分子の割合が増えると比熱比が高くなる。理論空燃比では、燃料と酸素とが燃焼によって過不足なく反応するため、３原子分子であるCO_2、H_2Oの割合が最も多くなり、その結果として比熱比が最も低くなる。これに対し、理論空燃比よりもリッチな空燃比では、空燃比がリッチになるほど２原子分子であるＣＯおよびH_2の割合が理論空燃比と比べて多くなり、一方、理論空燃比よりもリーンな空燃比では、空燃比がリーンになるほど２原子分子であるO_2の割合が理論空燃比と比べて多くなる。このため、理論空燃比に対して空燃比がリッチもしくはリーンになるほど、比熱比が高くなる。以上のことから、ガス組成の影響分に着目すると、既燃ガスの比熱比は、図２中に細線で示すように理論空燃比で最低となり、理論空燃比に対して空燃比がリッチもしくはリーンになるほど高くなる。

[0028] ２つ目の要因は筒内のガス温度である。空気量を同じ条件で考えると、燃料の発熱量に対する燃焼ガス量（＝燃焼に寄与する空気量と燃料量との和）の比（発熱量／燃焼ガス量）は、理論空燃比において最も低くなり、空燃比が理論空燃比に対してリッチもしくはリーンになるほど高くなる。したがって、空燃比が理論空燃比に対してリッチもしくはリーンになるほど、既燃ガス温度が低下する。この点についてより具体的に説明すると、理論空燃比よりも空燃比がリッチになると、発熱量は理論空燃比下とあまり変わらないが燃料量の増加によって燃焼ガス量が多くなり、一方、理論空燃比よりも空燃

比がリーンになると、燃料量の減少による燃焼ガス量の減少分よりも燃料量の減少による発熱量の減少分の方がガス温度に与える影響が大きくなる。また、図３に示すように、比熱比はガス温度が低いほど高くなる。以上のことから、ガス温度の影響分が上記のガス組成の影響分に加わることで、図２中に実線で示すように、理論空燃比で最低となり、理論空燃比に対して空燃比がリッチもしくはリーンになるほど高くなるという特性がより顕著に得られることになる。

[0029]（膨張行程のポリトロープ指数の算出）

筒内圧センサ３０の出力値を利用して既燃ガスの比熱比を算出することができれば、図２に示す関係を利用して空燃比を把握することが可能となる。しかしながら、実際の既燃ガスは理想気体ではなく、また、冷却損失があるため膨張行程は断熱過程ではなく、さらに、シリンダの圧縮抜けも生じ得る。このため、筒内圧センサ３０の出力値を利用して既燃ガスの比熱比自体を推定することは困難である。その一方で、膨張行程は、外部との熱の出入りを考慮したポリトロープ変化として扱うことができる。

[0030] 図４は、内燃機関１０の圧縮行程および膨張行程での両対数Ｐ－Ｖ線図である。

膨張行程のポリトロープ変化では、ポリトロープ指数をｍとすると、関係式（PV^m＝一定）が成立すると考えることができる。図４に示すように、両対数グラフ上では、膨張行程における筒内圧力Ｐと筒内容積Ｖとの関係は、傾きが－ｍの直線として表されるといえる。そして、燃焼期間の終了後（ただし、燃焼終了点以降から排気弁２２の開弁前）の膨張行程においては、ポリトロープ指数ｍは、実機に作用する既燃ガスの比熱比に相当する値（より具体的には、筒内圧センサ３０を利用して算出可能な燃焼パラメータの中で既燃ガスの比熱比に良好に近い値）となる。

[0031] 膨張行程のポリトロープ指数ｍは、上記関係式と、燃焼終了点以降であって排気弁２２の開弁時期よりも前の膨張行程中の任意の２点（図４中に示すＡ点とＢ点がこれに相当）の筒内圧力Ｐと筒内容積Ｖとを用いて、当該２点

でのポリトロープ指数ｍを一定とみなすことで、次の（１）式にしたがって算出することができる。なお、ポリトロープ指数ｍは、燃焼終了点以降であって排気弁２２の開弁時期よりも前の膨張行程中の２点のみを用いて算出されるものに限らず、上記膨張行程中の２点以上の筒内圧力Ｐと筒内容積Ｖとを用いた統計処理によって算出されるものであってもよい。

[数1]

$$m = \log_{\left(\frac{V_B}{V_A}\right)}\left(\frac{P_A}{P_B}\right) \quad \cdots(1)$$

[0032]（筒内の空燃比の検出手法）

燃焼期間終了後の膨張行程のポリトロープ指数ｍは、既燃ガスの比熱比に近い値であるので、ポリトロープ指数ｍと筒内の空燃比との間にも、図２を参照して上述した比熱比と空燃比との関係と同様の関係があるといえる（後述の図７（Ｂ）参照）。ポリトロープ指数ｍは筒内圧センサ３０の出力と上記（１）式とを利用して実機上で算出することができるので、ポリトロープ指数ｍと空燃比との関係が分かれば、筒内の空燃比を把握できるようになるといえる。しかしながら、比熱比やポリトロープ指数ｍは、筒内の空燃比との関係で一意的に定まるものではない。その理由は、エンジン回転速度およびエンジン冷却水温度などの内燃機関１０の運転条件パラメータの値の変化に応じて冷却損失が変化することに起因して変化する筒内のガス温度の影響を受けるためである。冷却損失に関連する主な運転条件パラメータとしては、上記のエンジン回転速度およびエンジン冷却水温度以外に、点火時期、ＥＧＲ率およびエンジン負荷率が挙げられる。

[0033] 図５は、筒内のガス温度の変化と膨張行程のポリトロープ指数ｍの変化との関連性を説明するための図である。図５では、上記運転条件パラメータの一例としてエンジン回転速度を用いて、エンジン回転速度の高低に伴う筒内のガス温度およびポリトロープ指数ｍの変化を表している。

[0034] 図５（Ｂ）に示すように、筒内のガス温度（既燃ガス温度）は、理論空燃比付近で最も高くなり、空燃比が理論空燃比に対してリッチもしくはリーン

になるにつれて低下する。また、エンジン回転速度が高くなると、各空燃比でのガス温度が高くなる。このようなエンジン回転速度の違いによるガス温度差に応じて比熱比に差が生じ、その比熱比の差に相当する差が膨張行程のポリトロープ指数ｍにも表れる。より具体的には、図５（Ａ）に示すように、各空燃比でのポリトロープ指数ｍは、エンジン回転速度が高い場合の方が、それが低い場合と比べて小さくなる。

[0035] 以上のことから、エンジン回転速度などの冷却損失に関連する運転条件パラメータに関し、ある運転条件での運転条件パラメータの値に対する現在の運転条件での運転条件パラメータの値の変化に伴う筒内のガス温度の差に応じてポリトロープ指数ｍを補正することで、補正対象の運転条件パラメータ値の違いの影響を受けずに、膨張行程のポリトロープ指数ｍと筒内の空燃比との関係を評価できるようになるといえる。

[0036] そこで、本実施形態では、基準運転条件での膨張行程のポリトロープ指数ｍと筒内の空燃比との関係を規定する関係情報（後述の図７（Ｂ）中に示すＶ字状のカーブであり、以下、「ｍ－ＡＦカーブ」と称する）をマップとしてＥＣＵ４０に記憶しておくこととした。すなわち、ここでいう関係情報（ｍ－ＡＦカーブ）は、筒内の空燃比をＸ軸とし、膨張行程のポリトロープ指数ｍをＹ軸とした場合におけるＸＹ平面上で膨張行程のポリトロープ指数ｍと筒内の空燃比との関係を規定するカーブである。また、ここでいう基準運転条件とは、冷却損失に関連する上記運転条件パラメータがそれぞれ任意の基準値となる時の運転条件である。

[0037] そして、筒内圧センサ３０を用いて算出した膨張行程のポリトロープ指数ｍを上記各種の運転条件パラメータに基づいて補正することとした。より具体的には、基準運転条件での運転条件パラメータの値に対する現在の運転条件での運転条件パラメータの値の差に起因するポリトロープ指数ｍの差分だけ、筒内圧センサ３０を用いて算出したポリトロープ指数ｍを補正することとした。そのうえで、補正後の膨張行程のポリトロープ指数ｍと、空燃比の検出対象気筒がリッチ気筒であるかあるいはリーン気筒であるかの判定結果

と、基準運転条件でのｍ－ＡＦカーブとに基づいて、筒内の空燃比を算出することとした。

[0038] （実施の形態１における具体的処理）

図６は、本発明の実施の形態１における各気筒の空燃比検出手法を実現するために、ＥＣＵ４０が実行するルーチンを示すフローチャートである。なお、本ルーチンは、各気筒の空燃比検出を行う所定の実行条件が成立した際に起動される。当該実行条件は、ここでは、空燃比の上記フィードバック制御によって三元触媒３４に流入する排気ガスの空燃比（すなわち、全気筒からの排気ガスの合流後の排気ガスの空燃比）が理論空燃比となるように制御されている定常運転時に成立するものとする。ただし、検出処理に影響が出るレベルでの空燃比の荒れが認められたり、あるいは吸入空気量の大きな変化が認められたりする状況でなければ、本検出手法は内燃機関１０が厳密な定常状態にある時に限らずに行われるようになっていてもよい。また、本ルーチンの処理は、ここでは一例として全気筒を対象として各気筒に対して行われるものとする。

[0039] 図６に示すルーチンでは、ＥＣＵ４０は、ステップ１００において、筒内圧センサ（ＣＰＳ）３０の検出値を用いて、連続するサイクル間で各気筒（全気筒）の１サイクル中のクランク角度同期での筒内圧データ（履歴）を記憶する。

[0040] 次に、ＥＣＵ４０は、ステップ１０２に進み、記憶された筒内圧履歴を用いて、各気筒の最大発熱量Ｑｍａｘを算出する。任意のクランク角度での筒内圧力Ｐおよび筒内容積Ｖの発熱量Ｑは、次の（２）式にしたがって算出することができるので、算出された発熱量Ｑの最大値として、最大発熱量Ｑｍａｘを算出することができる。なお、クランク角度同期での発熱量Ｑのデータの算出期間の終期は、排気カム角センサ４６を用いて検出される排気弁２２の開き時期までとされる。なお、上記（２）式において、P_0およびV_0は、計算開始点θ_0（想定される燃焼開始点に対して余裕をもって定められた圧縮行程中（ただし、吸気弁２０の閉弁後）の所定クランク角度）での筒内圧

力および筒内容積である。

[数2]

$$Q=\int PdV+\frac{1}{\kappa-1}(PV-P_0V_0) \quad \cdots(2)$$

[0041] 次に、ＥＣＵ４０は、ステップ１０４に進み、各気筒の最大発熱量Ｑｍａｘの値に基づいて、内燃機関１０の各気筒がリッチ気筒であるかあるいはリーン気筒であるかを判定する。ここで、図７は、本発明の実施の形態１における空燃比検出手法の具体例を説明するための図であり、ステップ１０４以降の処理の説明は、図７に示す具体例を参照しつつ行うものとする。より具体的には、図７（Ａ）は、ある運転条件における最大発熱量Ｑｍａｘの計算値と筒内の空燃比との関係を表し、図７（Ｂ）は、上述した基準運転条件におけるポリトロープ指数ｍと筒内の空燃比との関係（すなわち、ｍ－ＡＦカーブ）を表した図である。

[0042] 本ステップ１０４では、算出した最大発熱量Ｑｍａｘが所定値よりも大きい場合には、空燃比が理論空燃比よりもリッチなリッチ気筒であると判定され、一方、最大発熱量Ｑｍａｘが所定値以下である場合には、空燃比が理論空燃比よりもリーンなリーン気筒であると判定される。ここでいう最大発熱量Ｑｍａｘの所定値は、図７（Ａ）に示す傾向を有する最大発熱量Ｑｍａｘと空燃比との関係を考慮して検出対象気筒がリッチ気筒であるかあるいはリーン気筒であるかを切り分けるための最大発熱量Ｑｍａｘの閾値であり、運転条件に応じた値として予め設定されたものである。

[0043] 次に、ＥＣＵ４０は、ステップ１０６に進み、燃焼終了点（最大発熱量Ｑｍａｘが得られるクランク角度）以降であって排気弁２２の開弁前の膨張行程において筒内圧センサ３０を用いて得られる２点の筒内圧力P_A、P_Bおよび筒内容積V_A、V_Bと上記（１）式とを利用して、各気筒の膨張行程のポリトロープ指数ｍを算出する。

[0044] 次に、ＥＣＵ４０は、ステップ１０８に進み、冷却損失に関連する運転条件パラメータに基づいて、ステップ１０６にて算出したポリトロープ指数ｍ

を補正する。本ステップ１０６では、エンジン回転速度、エンジン冷却水温度、点火時期、ＥＧＲ率およびエンジン負荷率に基づく補正が行われる。ただし、本発明におけるポリトロープ指数ｍの補正は、これらの運転条件パラメータの全部ではなく、１つもしくは全部ではない複数に基づいて行われるものであってもよい。また、ここで列挙した運転条件パラメータ以外にも冷却損失に関連するものがあれば、そのような他の運転条件パラメータを、上記運転条件パラメータとともに、或いはこれに代えて用いるようにしてもよい。なお、上記運転条件パラメータの以外の運転条件パラメータとしては、例えば、圧縮比を変更可能な内燃機関であれば圧縮比が相当する。

[0045] 本ステップ１０８では、ステップ１０６にて算出したポリトロープ指数ｍに対して以下に説明する各種ポリトロープ指数補正量を加算することによってポリトロープ指数ｍの補正が行われる。図８は、ステップ１０８の処理で用いる各種ポリトロープ指数補正量の設定を表した図である。図８中の各図（（Ａ）～（Ｅ））では、エンジン回転速度に関するポリトロープ指数補正量は、エンジン回転速度の変化に対する冷却損失の変化に伴うポリトロープ指数ｍの変化の態様を考慮して、エンジン回転速度が高いほど小さくなるように設定されている。同様に、エンジン冷却水温度に関する補正量は、エンジン冷却水温度が高いほど小さくなるように設定されており、点火時期に関する補正量は、点火時期が遅いほど（例えば、最適点火時期（ＭＢＴ）に対して遅いほど）小さくなるように設定されており、ＥＧＲ率に関する補正量は、ＥＧＲ率が高いほど小さくなるように設定されており、エンジン負荷率に関する補正量は、エンジン負荷率が高いほど小さくなるように設定されている。また、図８に示すように、各ポリトロープ指数補正量は、基準運転条件での値（すなわち、上記基準値）がゼロとなるように設定されている。このような各ポリトロープ指数補正量を用いた補正によれば、エンジン回転速度が高いほど、エンジン冷却水温度が高いほど、点火時期が遅いほど、ＥＧＲ率が高いほど、そして、エンジン負荷率が高いほど、筒内圧センサ３０を用いて算出したポリトロープ指数ｍがより小さくなるように補正することが

できる。

[0046] 次に、ＥＣＵ４０は、ステップ１１０に進む。ステップ１１０では、ＥＣＵ４０は、ステップ１０４の判定結果に基づいて、空燃比の検出対象気筒がリッチ気筒である場合にはステップ１１２に進み、一方、空燃比の検出対象気筒がリーン気筒である場合にはステップ１１４に進む。ステップ１１２では、図７（Ｂ）に示すように、基準運転条件でのｍ－ＡＦカーブにおける理論空燃比よりもリッチ側の部位を利用して、補正後のポリトロープ指数ｍが空燃比に換算される。より具体的には、ｍ－ＡＦカーブにおけるリッチ側の部位と補正後のポリトロープ指数ｍ（丸印）との交点での空燃比が検出対象気筒の空燃比の値として算出される。ステップ１１４の処理もこれと同様であり、基準運転条件でのｍ－ＡＦカーブにおける理論空燃比よりもリーン側の部位を利用して、補正後のポリトロープ指数ｍが空燃比に換算される。

[0047] 以上説明した図６に示すルーチンによれば、補正後の膨張行程のポリトロープ指数ｍと、空燃比の検出対象気筒がリッチ気筒であるかリーン気筒であるかの判定結果と、基準運転条件でのｍ－ＡＦカーブとに基づいて、筒内の空燃比が算出される。本実施形態で着目するポリトロープ指数ｍと空燃比との関係（ｍ－ＡＦカーブ）は、既述したように理論空燃比にてポリトロープ指数ｍが最低となり、空燃比が理論空燃比に対してリッチもしくはリーンになるほどポリトロープ指数ｍが高くなるという傾向を有するものである。したがって、異なる空燃比の値であっても同じポリトロープ指数ｍとなり得る。このため、本実施形態で想定しているように空燃比が理論空燃比に対するリッチ側およびリーン側の双方にばらつき得る状況下では、空燃比の検出対象気筒がリッチ気筒とリーン気筒のどちらであるかを判定することが必要となる。また、上記のポリトロープ指数ｍの補正によれば、冷却損失に関連する運転条件パラメータのポリトロープ指数ｍに対する影響分（すなわち、ポリトロープ指数ｍに対する筒内のガス温度影響分のうちの空燃比以外の影響分）を排除し、空燃比の変化によるガス温度変化分のみをポリトロープ指数ｍに対するガス温度影響分として残すことが可能となる。これにより、理論

空燃比よりもリッチな領域を含めて、筒内圧センサ３０を用いて算出した膨張行程のポリトロープ指数ｍの情報（つまり、燃焼ガスそのものの状態を表す情報）を利用して筒内の空燃比を検出することが可能となる。

[0048] ところで、上述した実施の形態１における手法によって算出した各気筒の空燃比を利用して、以下に図９を参照して説明するように、気筒間の空燃比インバランス検出を行うようにしてもよい。図９は、そのような気筒間の空燃比インバランス検出処理を実現するために、ＥＣＵ４０が実行するルーチンを示すフローチャートである。

[0049] 図９に示すルーチンでは、ＥＣＵ４０は、ステップ２００において、上記図６に示すルーチンによって算出した各気筒の空燃比を取得する。次いで、ＥＣＵ４０は、ステップ２０２に進み、気筒間の相対的な空燃比のずれ量を算出する。このような空燃比のずれ量としては、例えば、ずれ量が最大となる気筒間での値を用いることができる。

[0050] 次に、ＥＣＵ４０は、ステップ２０４に進み、上記ステップ２０２において算出された気筒間の空燃比のずれ量が所定の判定値よりも大きいか否かを判定する。本ステップ２０４で用いる判定値は、算出される気筒間の空燃比のずれ量が、内燃機関１０において検出されることが要求されたレベルでの空燃比インバランス状態を示すものであるか否かを判断するための閾値として予め設定された値である。本ステップ２０４の判定が成立する場合には、ＥＣＵ４０は、ステップ２０６に進み、検出すべき大きなレベルでの空燃比インバランス状態にあると判定する。

[0051] また、上述した実施の形態１においては、筒内圧センサ３０により検出される筒内圧力を用いて算出される最大発熱量Ｑｍａｘを利用して、各気筒がリッチ気筒であるかリーン気筒であるかを判定するようにしている。しかしながら、筒内圧センサ３０により検出される筒内圧力を用いて算出される燃焼パラメータであって、このリッチ／リーン判定に用いられる燃焼パラメータは、発熱量Ｑに限らず、例えば、燃焼速度であってもよい。燃焼速度は、例えば、燃焼質量割合（ＭＦＢ）を利用して求めることができる主燃焼期間

（１０－９０％燃焼期間）の長さに基づいて、主燃焼期間が短いほど燃焼速度が高いものとして算出することができる。任意のクランク角度θにおけるＭＦＢは、クランク角度同期での発熱量Ｑのデータを用いて、次の（３）式にしたがって算出することができる。したがって、この（３）式を利用して、ＭＦＢが所定割合となる時のクランク角度を取得することができる。なお、上記（３）式において、θ_{sta}は燃焼開始点であり、θ_{fin}は燃焼終了点である。

[数3]

$$MFB = \frac{Q(\theta) - Q(\theta_{sta})}{Q(\theta_{fin}) - Q(\theta_{sta})} \quad \cdots(3)$$

[0052] 図１０は、燃焼速度と筒内の空燃比との関係を表した図である。図１０に示すように、燃焼速度についても、発熱量Ｑ（図７（Ａ）に例示する最大発熱量Ｑｍａｘ）と同様に、理論空燃比よりもリーン側の領域では空燃比に対して高い感度を有しているが、理論空燃比よりもリッチ側の領域では燃料の層流燃焼速度の特性上の理由で空燃比に対する感度が低くなる。したがって、上述した実施の形態１で用いる発熱量Ｑ（最大発熱量Ｑｍａｘ）に代え、燃焼速度を用いるようにしてもよい。より具体的には、燃焼速度が所定値よりも高い場合に、空燃比の検出対象気筒がリッチ気筒であると判定してもよい。

[0053] また、各気筒がリッチ気筒であるかリーン気筒であるかについての判定に関しては、必ずしも、筒内圧センサ３０により検出される筒内圧力に基づく燃焼パラメータを利用して行われるものに限らない。すなわち、各気筒がリッチ気筒であるかリーン気筒であるかを判定する手法としては、例えば、空燃比センサ３２を利用して、各気筒から排出される排気ガスが空燃比センサ３２に到達する時間を考慮して各気筒の空燃比が理論空燃比よりもリッチであるかリーンであるかを推定するものであってもよい。

[0054] また、上述した実施の形態１においては、膨張行程のポリトロープ指数ｍと空燃比との関係を規定するｍ－ＡＦカーブを空燃比の算出に用いることと

している。しかしながら、本発明における関係情報を規定するために膨張行程のポリトロープ指数とともに使用される空燃比指標値（図７に示すｍ－ＡＦカーブの横軸に相当）は、空燃比と相関のある指標値であれば、いわゆる空燃比（すなわち、空気量と燃料量との重量比）自体に限らず、例えば、空気過剰率もしくは当量比などであってもよい。

[0055] また、上述した実施の形態１においては、炭化水素燃料の１つであるガソリンを燃料とする内燃機関１０を例に挙げて説明を行った。しかしながら、本発明の対象となる燃料は、空燃比に応じて既燃ガス中の２原子分子および３原子分子の割合が実施の形態１において説明したように変化するものであれば、ガソリンなどの炭化水素燃料に限定されるものではなく、例えば、水素燃料などであってもよい。

[0056] また、上述した実施の形態１においては、内燃機関１０の全気筒を対象として、各気筒の空燃比検出を行う例について説明を行った。しかしながら、本発明における筒内の空燃比の検出、さらには気筒間の空燃比インバランス検出は、必ずしも全気筒を対象として行うものに限定されず、多気筒型の内燃機関の一部の気筒からなる評価対象気筒群を対象として実施されるものであってもよい。具体的には、例えば、１つの排気浄化触媒（例えば、三元触媒）を共用する気筒群が、全気筒ではなく一部の気筒であるようなケースでは、当該排気浄化触媒を共用する気筒群を評価対象気筒群として実施するものであってもよい。なお、そのようなケースとしては、例えば、Ｖ型エンジンのバンク毎に排気浄化触媒を備えるケース、もしくは、直列型エンジンであっても爆発間隔が等間隔もしくは略等間隔となる気筒群毎に排気浄化触媒を備えるケースが該当する。

[0057] なお、上述した実施の形態１においては、ＥＣＵ４０が上記ステップ１００の処理を実行することにより前記第１の発明における「筒内圧力検出手段」が実現されており、ＥＣＵ４０が上記ステップ１０４の処理を実行することにより前記第１の発明における「気筒空燃比判定手段」が実現されており、ＥＣＵ４０が上記ステップ１０６および１０８の処理を実行することによ

り前記第１の発明における「ポリトロープ指数算出手段」が実現されており、ＥＣＵ４０が上記ステップ１１０～１１４の処理を実行することにより前記第１の発明における「空燃比算出手段」が実現されている。

また、上述した実施の形態１においては、ＥＣＵ４０が上記図９に示すルーチンの一連の処理を実行することにより前記第６の発明における「インバランス検出手段」が実現されている。

符号の説明

[0058] １０　内燃機関

１２　ピストン

１４　燃焼室

１６　吸気通路

１８　排気通路

２０　吸気弁

２２　排気弁

２４　スロットルバルブ

２６　燃料噴射弁

２８　点火プラグ

３０　筒内圧センサ

３２　空燃比センサ

３４　三元触媒

３６　ＥＧＲ通路

３８　ＥＧＲバルブ

４０　ＥＣＵ(Electronic Control Unit)

４２　クランク角センサ

４４　エアフローメータ

４６　排気カム角センサ

請求の範囲

[請求項1] 筒内圧力を検出する筒内圧力検出手段と、

筒内の空燃比指標値の算出対象気筒が、筒内の空燃比が理論空燃比よりもリッチとなるリッチ気筒であるか、あるいは筒内の空燃比が理論空燃比よりもリーンとなるリーン気筒であるかを判定する気筒空燃比判定手段と、

前記筒内圧力検出手段により検出される筒内圧力を用いて、膨張行程のポリトロープ指数を算出するポリトロープ指数算出手段と、

を備え、

前記ポリトロープ指数算出手段は、算出したポリトロープ指数を内燃機関の運転条件パラメータに基づいて補正し、

補正後の膨張行程のポリトロープ指数と、筒内の空燃比指標値の算出対象気筒がリッチ気筒であるかあるいはリーン気筒であるかの判定結果と、基準運転条件での膨張行程のポリトロープ指数と筒内の空燃比指標値との関係を規定する関係情報とに基づいて、筒内の空燃比指標値を算出する空燃比算出手段をさらに備えることを特徴とする内燃機関の空燃比検出装置。

[請求項2] 膨張行程のポリトロープ指数の補正に用いる前記運転条件パラメータは、エンジン回転速度、エンジン冷却水温度、点火時期、ＥＧＲ率およびエンジン負荷率のうちの少なくとも１つであることを特徴とする請求項１に記載の内燃機関の空燃比検出装置。

[請求項3] 前記ポリトロープ指数算出手段は、エンジン回転速度が高いほど、エンジン冷却水温度が高いほど、点火時期が遅いほど、ＥＧＲ率が高いほど、または、エンジン負荷率が高いほど、膨張行程のポリトロープ指数がより小さくなるように補正するものであることを特徴とする請求項２に記載の内燃機関の空燃比検出装置。

[請求項4] 前記気筒空燃比判定手段は、前記筒内圧力検出手段により検出される筒内圧力を用いて発熱量もしくは燃焼速度を算出し、算出した発熱

量もしくは燃焼速度が所定値よりも大きい場合に、筒内の空燃比指標値の算出対象気筒がリッチ気筒であると判定することを特徴とする請求項１～３の何れか１つに記載の内燃機関の空燃比検出装置。

[請求項5] 前記ポリトロープ指数算出手段は、燃焼終了点以降であって排気弁の開弁時期よりも前の膨張行程中の２点以上の筒内圧力および筒内容積を用いて、膨張行程のポリトロープ指数を算出することを特徴とする請求項１～４の何れか１つに記載の内燃機関の空燃比検出装置。

[請求項6] 前記内燃機関は複数の気筒を備え、

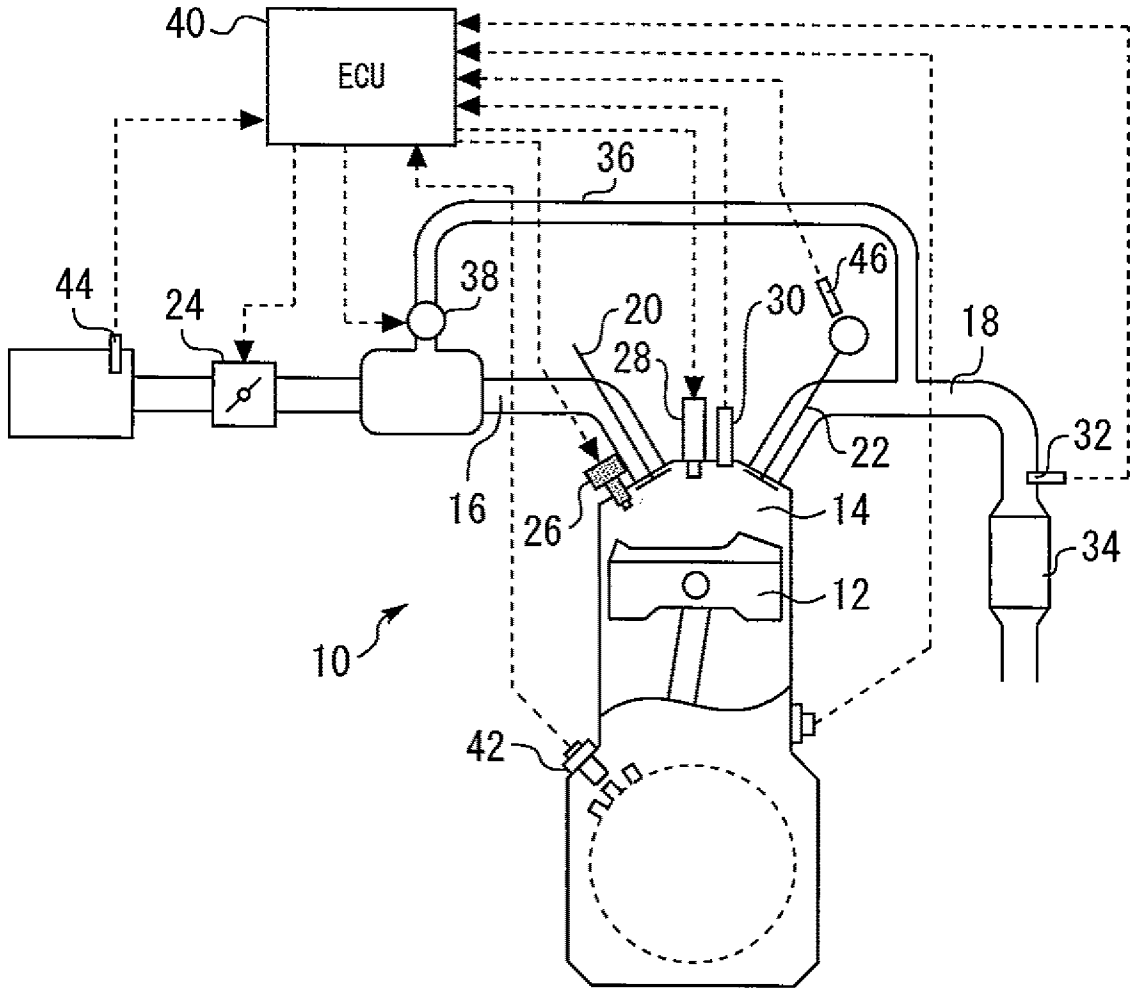
前記筒内圧力検出手段は、前記複数の気筒のそれぞれの筒内圧力を検出するものであって、

前記空燃比算出手段によって算出された筒内の空燃比指標値に基づく気筒間の空燃比のずれ量が所定の判定値よりも大きい場合に、空燃比が気筒間でインバランス状態にあると判定するインバランス検出手段をさらに備えることを特徴とする請求項１～５の何れか１つに記載の内燃機関の空燃比検出装置。

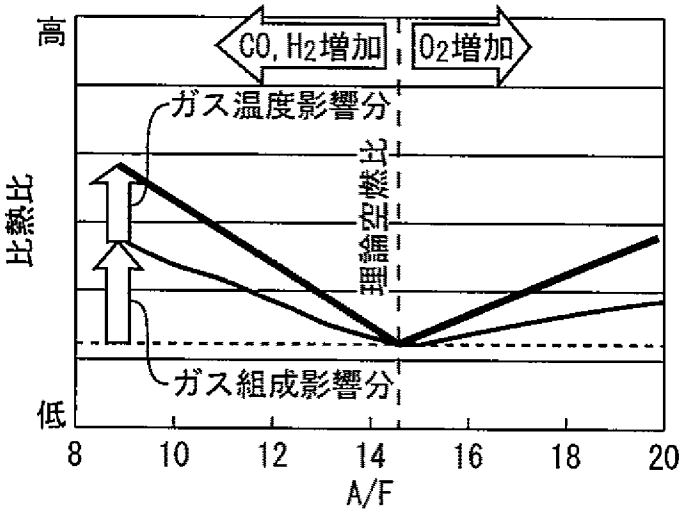
[請求項7] 前記基準運転条件は、前記運転条件パラメータが任意の基準値となる時の運転条件であることを特徴とする請求項１～６の何れか１つに記載の内燃機関の空燃比検出装置。

[請求項8] 前記関係情報は、筒内の空燃比指標値をＸ軸とし、膨張行程のポリトロープ指数をＹ軸とした場合におけるＸＹ平面上で膨張行程のポリトロープ指数と筒内の空燃比指標値との関係を規定するカーブであることを特徴とする請求項１～７の何れか１つに記載の内燃機関の空燃比検出装置。

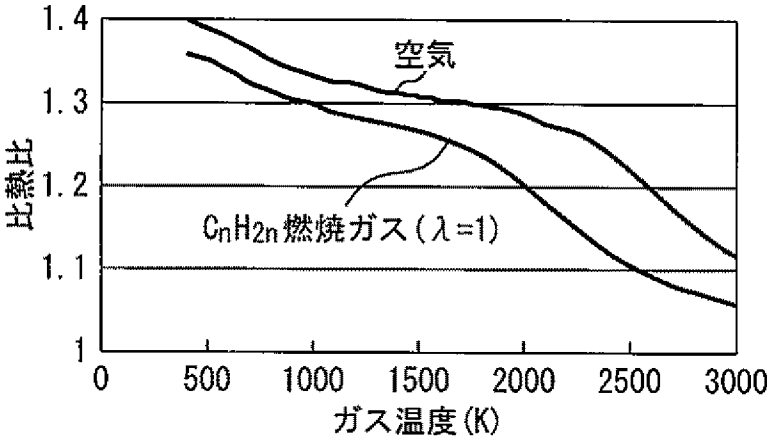
[図1]


40
ECU
36
44
24
38
46
20
30
18
28
32
22
16
26
14
34
12
10
42

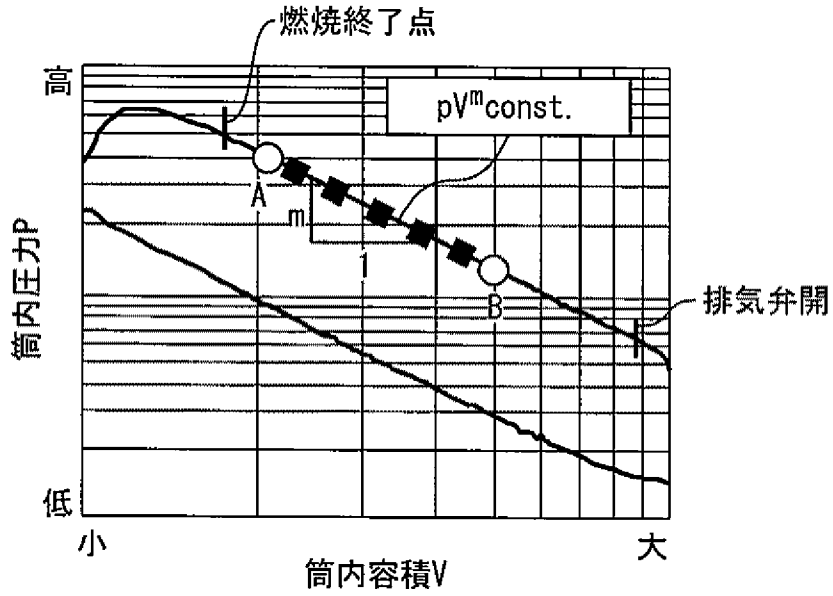
[図2]


高
CO, H2増加
O2増加
ガス温度影響分
比熱比
理論空燃比
ガス組成影響分
低
8
10
12
14
16
18
20
A/F

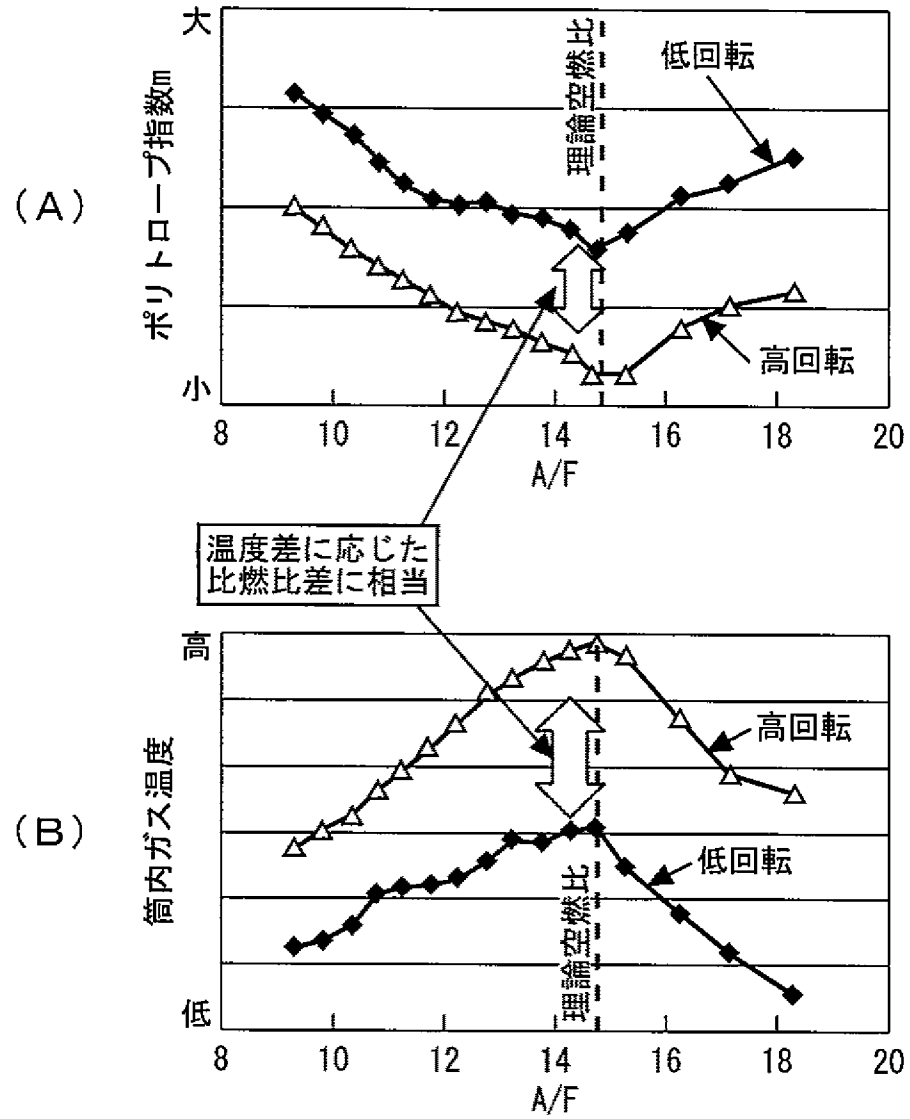
[図3]


1.4
1.3
1.2
1.1
1
比熱比
空気
C_nH_{2n}燃焼ガス(λ=1)
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
ガス温度(K)

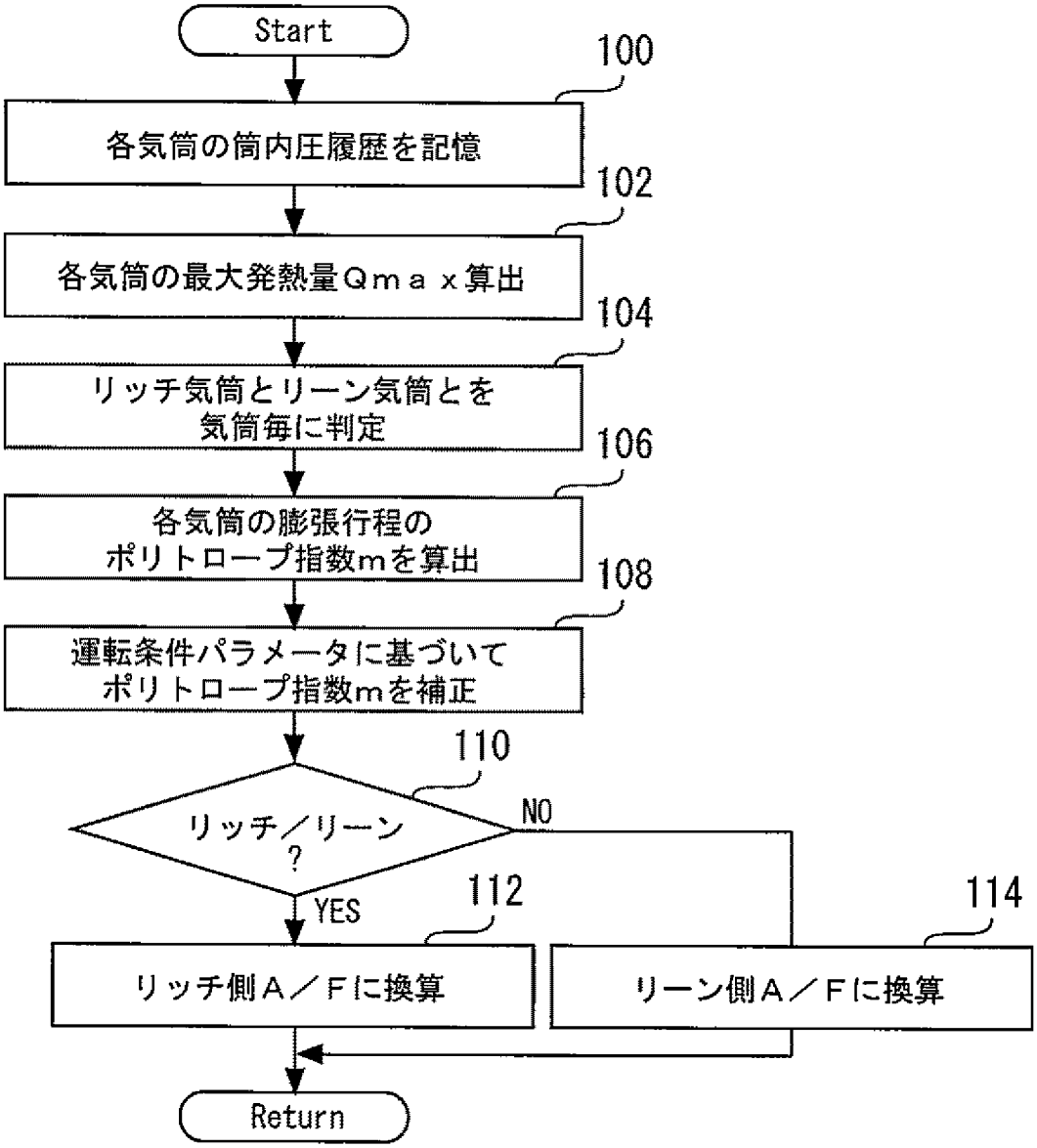
[図4]


燃焼終了点
高
pV^mconst.
A
m
1
B
排気弁開
筒内圧力P
低
小
大
筒内容積V

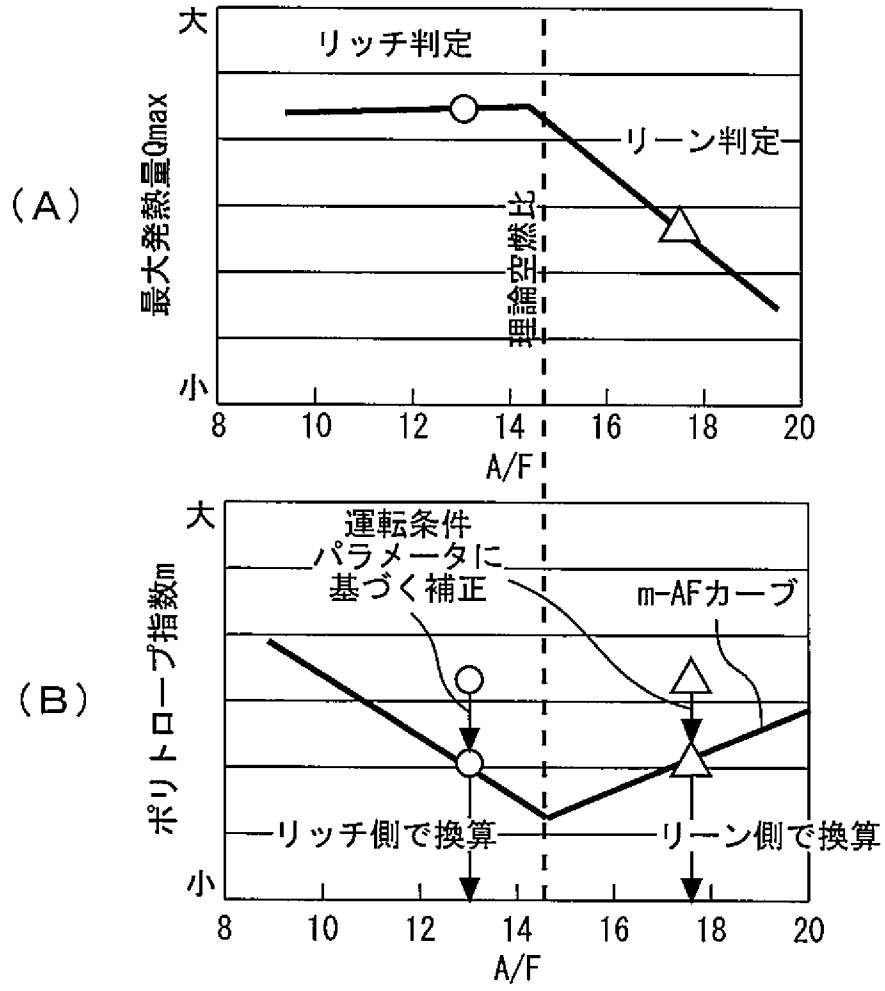
[図5]


（A）
大
小
ポリトロープ指数m
理論空燃比
低回転
高回転
8
10
12
14
16
18
20
A/F
温度差に応じた
比燃比差に相当
（B）
高
低
筒内ガス温度
高回転
低回転
理論空燃比
8
10
12
14
16
18
20
A/F

[図6]

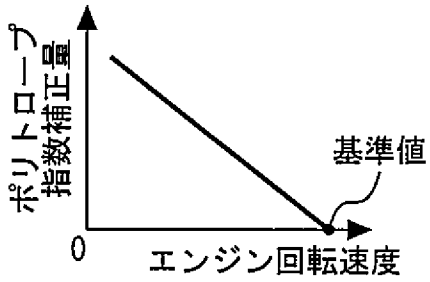

Start
100
各気筒の筒内圧履歴を記憶
102
各気筒の最大発熱量Ｑｍａｘ算出
104
リッチ気筒とリーン気筒とを
気筒毎に判定
106
各気筒の膨張行程の
ポリトロープ指数ｍを算出
108
運転条件パラメータに基づいて
ポリトロープ指数ｍを補正
110
リッチ／リーン
？
NO
YES
112
リッチ側Ａ／Ｆに換算
114
リーン側Ａ／Ｆに換算
Return

[図7]

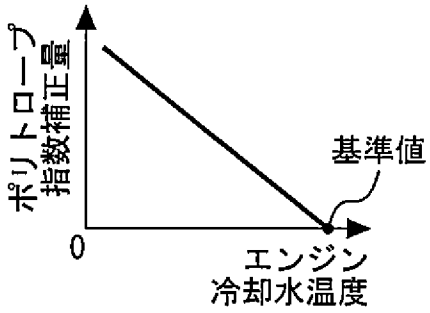

（A）
大
小
最大発熱量Qmax
リッチ判定
リーン判定
理論空燃比
8
10
12
14
16
18
20
A/F
（B）
大
小
ポリトロープ指数m
運転条件
パラメータに
基づく補正
m-AFカーブ
リッチ側で換算
リーン側で換算
8
10
12
14
16
18
20
A/F

[図8]

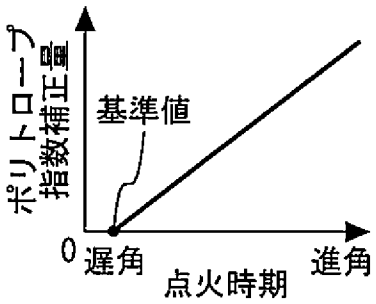
（A）


ポリトロープ
指数補正量
基準値
0
エンジン回転速度

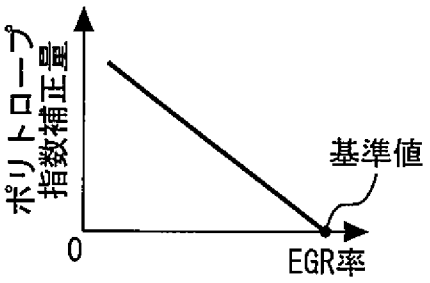
（B）


ポリトロープ
指数補正量
基準値
0
エンジン
冷却水温度

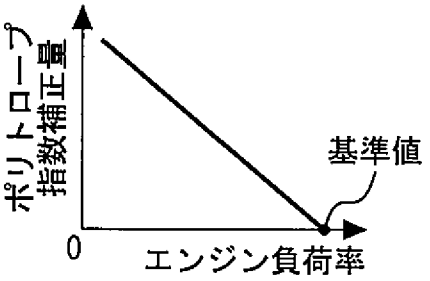
（C）


ポリトロープ
指数補正量
基準値
0
遅角
進角
点火時期

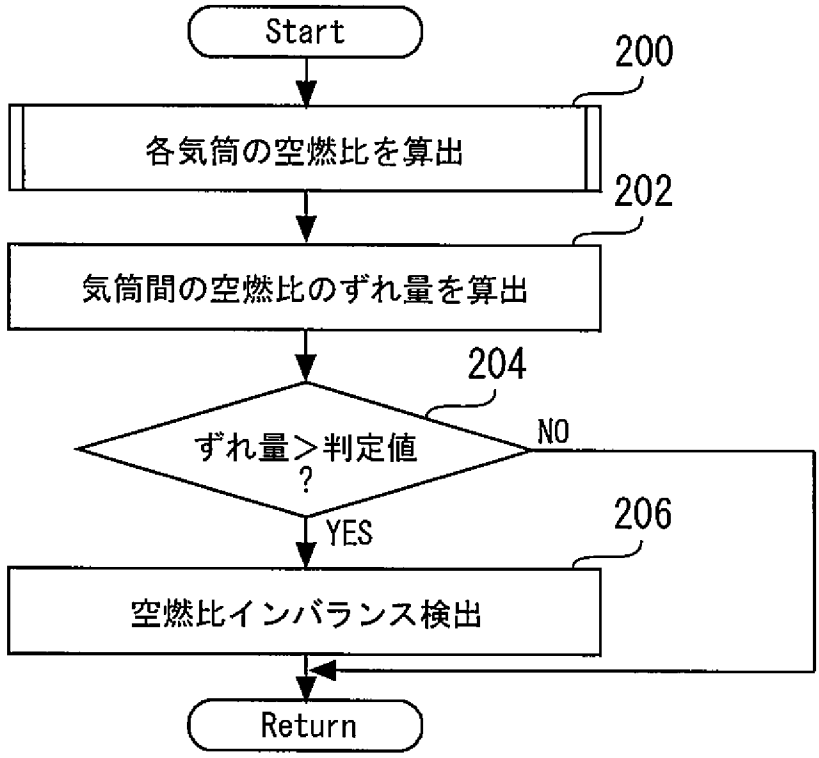
（D）


ポリトロープ
指数補正量
基準値
0
EGR率

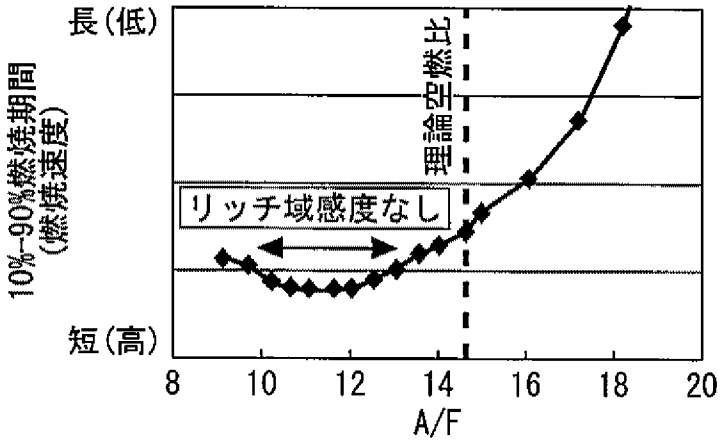
（E）


ポリトロープ
指数補正量
基準値
0
エンジン負荷率

[図9]


Start
200
各気筒の空燃比を算出
202
気筒間の空燃比のずれ量を算出
204
ずれ量＞判定値
?
NO
YES
206
空燃比インバランス検出
Return

[図10]


長(低)
短(高)
10%-90%燃焼期間
(燃焼速度)
理論空燃比
リッチ域感度なし
8
10
12
14
16
18
20
A/F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/050830

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F02D45/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F02D45/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 3-23349 A (Mitsubishi Motors Corp.), 31 January 1991 (31.01.1991), page 2, lower left column, line 5 to lower right column, line 16; fig. 5 (Family: none)	1-8
A	JP 11-148412 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 02 June 1999 (02.06.1999), paragraphs [0027] to [0033]; fig. 7 to 12 (Family: none)	1-8
A	JP 2001-73775 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 21 March 2001 (21.03.2001), paragraph [0040]; fig. 6 (Family: none)	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
04 February 2015 (04.02.15)	17 February 2015 (17.02.15)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０５０８３０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F02D45/00(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F02D45/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 3-23349 A（三菱自動車工業株式会社）1991.01.31，第２ページ左下欄第５行-右下欄第16行，第５図（ファミリーなし）	1-8
A	JP 11-148412 A（日産自動車株式会社）1999.06.02，段落【0027】-【0033】，図7-12（ファミリーなし）	1-8
A	JP 2001-73775 A（日産自動車株式会社）2001.03.21，段落【0040】，図６（ファミリーなし）	1-8

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０４．０２．２０１５	１７．０２．２０１５

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｚ　４０２４
立花　啓
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３９５