(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
2014 年 6 月 5 日(05.06.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/083985 A1

(51) 国際特許分類:
F02D 19/02 (2006.01) *F02D 45/00* (2006.01)
F02D 41/02 (2006.01) *F02M 21/02* (2006.01)
F02D 41/14 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/078992

(22) 国際出願日: 2013 年 10 月 25 日(25.10.2013)

(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 2012-262261 2012 年 11 月 30 日(30.11.2012) JP

(71) 出願人: ヤンマー株式会社(YANMAR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5308311 大阪府大阪市北区鶴野町１番９号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 大坪　弘幸(OTSUBO, Hiroyuki); 〒5308311 大阪府大阪市北区鶴野町１番９号　ヤンマー株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人あーく特許事務所(ARC PATENT ATTORNEYS' OFFICE); 〒5300047 大阪府大阪市北区西天満４丁目１４番３号　住友生命御堂筋ビル Osaka (JP).

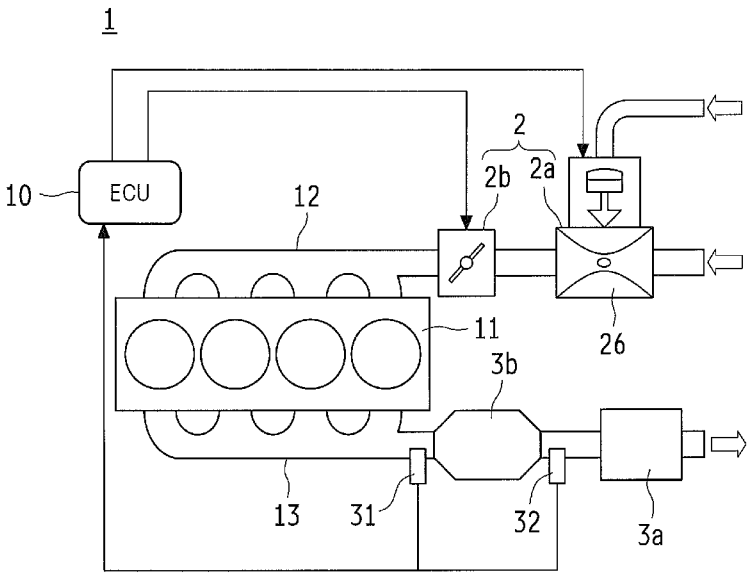
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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, 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), 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)）

(54) **Title**: GAS ENGINE

(54) 発明の名称 : ガスエンジン



(57) **Abstract**: Provided is a gas engine in which the air-fuel ratio can be controlled according to a change in the composition of a fuel gas. A gas engine (1) provided with an A/F valve (22) and a solenoid valve (21) and performing perturbation using the solenoid valve (21), wherein the gas engine (1) is configured in such a manner that a reference opening degree (B) is set while the opening degree of the A/F valve (22) is adjusted so that the time average opening degree of the solenoid valve (21) is 50% in a specific engine operating condition in which a reference fuel gas is used, and in such a manner that the gas engine (1) is provided with a control unit (10) which operates in actual operation so that, when a valve opening degree (A) in the specific operating condition of the engine is less than the set reference opening degree (B), the control unit (10) resets the opening degree of the A/F valve (22) to a degree less than the reference opening degree (B), and so that, when the valve opening degree (A) in the specific operating condition of the engine is greater than the set reference opening degree (B), the control unit (10) resets the opening degree of the A/F valve (22) to a degree greater than the reference opening degree (B).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/083985 A1

燃料ガスの組成変化に対応して空燃比制御を行うことができるガスエンジンを提供する。 Ａ／Ｆバルブ２２と、ソレノイドバルブ２１とを具備し、ソレノイドバルブ２１でパータベーションを行うガスエンジン１において、基準燃料ガスによる特定のエンジン運転状況において、ソレノイドバルブ２１の時間平均開度が５０％となるようにＡ／Ｆバルブ２２の開度が調整されて基準開度Ｂが設定されており、実際の運転時に、特定のエンジン運転状況におけるバルブ開度Ａが、設定した基準開度Ｂよりも小さい場合、Ａ／Ｆバルブ２２の開度を基準開度Ｂよりも小さく設定し直し、特定のエンジン運転状況におけるバルブ開度Ａが、設定した基準開度Ｂよりも大きい場合、Ａ／Ｆバルブ２２の開度を基準開度Ｂよりも大きく設定し直す制御部１０を備えたガスエンジン１である。

明　細　書

発明の名称 ： ガスエンジン

技術分野

[0001] 本発明は、燃料ガスのカロリー変化に対応することができるガスエンジンに関するものである。

背景技術

[0002] 一般に、ガスエンジンにおける空燃比の制御は、一定組成の燃料ガスに対応するように設定されているが、実際に供給されている燃料ガスの組成は、一定ではない。

[0003] そこで、従来より、燃料ガスをガスクロマトグラフィ等のガス組成測定装置で測定し、その測定結果に基づいて空燃比を制御するようになされたガスエンジンが提案されている（例えば、特許文献１参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００３－１４８１８７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、上記従来のガスエンジンの場合、ガスクロマトグラフィ等のガス組成測定装置は、経時的使用によってカラムが劣化するので定期的に交換しなければならず、コストや人件費が嵩むこととなる。

[0006] また、ガスクロマトグラフィ等のガス組成測定装置は、気候の変化やカラムの劣化などによって検量線が変化してしまうので、標準ガスを用いて定期的に検量線を作り直さなければならず、取扱いが煩わしく、寒暖の差が激しい場所では使用できない。

[0007] さらに、燃料ガスの組成を測定して測定結果が出るまでに時間を要するため、シリンダヘッドに供給した燃料ガスが、組成を測定した燃料ガスとはならず、ズレを生じることとなる。そのため、燃料ガスの供給経路を工夫して

測定結果が出た燃料ガスをシリンダヘッドに送り込むことも考えられるが、この場合、装置が複雑化する。

[0008] 本発明は、係る実情に鑑みてなされたものであって、燃料ガスの組成変化に対応して空燃比制御を行うことができるガスエンジンを提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決するための本発明に係るガスエンジンは、一つの燃料流量調整バルブで空燃比を制御するようになされたガスエンジンにおいて、基準燃料ガスによる特定のエンジン運転状況において、燃料流量調整バルブが基準開度に設定されており、実際の運転時に、特定のエンジン運転状況におけるバルブ開度が、設定した基準開度よりも小さい場合、または、基準開度におけるエンジン出力が、特定のエンジン運転状況から得られる設定出力より高出力の場合、燃料流量調整バルブの開度を基準開度よりも小さくした減修正基準開度に設定し直し、特定のエンジン運転状況におけるバルブ開度が、設定した基準開度よりも大きい場合、または、基準開度におけるエンジンの出力が、特定のエンジン運転状況から得られる設定出力より低出力の場合、燃料流量調整バルブの開度を基準開度よりも大きく設定し直す制御部を備えたものである。

[0010] 上記ガスエンジンにおいて、燃料流量調整バルブが複数個となされ、これら複数個の燃料流量調整バルブによって上記一つの燃料流量調整バルブの必要流量が確保されてなるものであってもよい。

[0011] 上記ガスエンジンにおいて、制御部は、減修正基準開度に設定し直した場合は、燃料流量調整バルブによる空燃比制御パラメータの値を、減修正の比率に応じて小さく設定し直し、増修正基準開度に設定し直した場合は、燃料流量調整バルブによる空燃比制御パラメータの値を、増修正の比率に応じて大きく設定し直すようになされたものであってもよい。

[0012] 上記ガスエンジンにおいて、複数の燃料流量調整バルブは、第二バルブよりも応答性が低く燃料流量調整幅が大きい第一バルブと、第一バルブよりも

応答性が高く燃料流量調整幅が小さい第二バルブとを具備し、第二バルブでパータベーションを行うように構成され、基準燃料ガスによる特定のエンジン運転状況において、第二バルブの開度が所定値となるように第一バルブの開度が調整されて基準開度が設定されており、実際の運転時に、特定のエンジン運転状況におけるバルブ開度が、設定した基準開度よりも小さい場合、または、基準開度におけるエンジンの出力が、特定のエンジン運転状況から得られる設定出力より高出力の場合、第一バルブの開度を基準開度よりも小さく設定し直し、特定のエンジン運転状況におけるバルブ開度が、設定した基準開度よりも大きい場合、または、基準開度におけるエンジンの出力が、特定のエンジン運転状況から得られる設定出力より低出力の場合、第一バルブの開度を基準開度よりも大きく設定し直す制御部を備えたものであってもよい。

[0013] 上記ガスエンジンにおいて、制御部は、減修正基準開度に設定し直した場合は、第二バルブによる空燃比制御パラメータの値を、減修正の比率に応じて小さく設定し直し、増修正基準開度に設定し直した場合は、第二バルブによる空燃比制御パラメータの値を、増修正の比率に応じて大きく設定し直すようになされたものであってもよい。

[0014] 上記課題を解決するための本発明のガスエンジンは、一つのインジェクタで空燃比を制御するようになされたシングルポイントインジェクジョンのガスエンジンにおいて、基準燃料ガスによる特定のエンジン運転状況において、インジェクタの開弁時間が基準開弁時間に設定されており、実際の運転時に、特定のエンジン運転状況における開弁時間が、設定した基準開弁時間よりも小さい場合、または、基準開弁時間におけるエンジン出力が、特定のエンジン運転状況から得られる設定出力より高出力の場合、インジェクタの開弁時間を基準開弁時間よりも少なくした減修正基準開弁時間に設定し直し、特定のエンジン運転状況における開弁時間が、設定した基準開弁時間よりも大きい場合、または、基準開弁時間におけるエンジン出力が、特定のエンジン運転状況から得られる設定出力より低出力の場合、インジェクタの開弁時

間を基準開弁時間よりも多くした増修正基準開弁時間に設定し直す制御部を備えたものである。

[0015] 上記ガスエンジンにおいて、制御部は、減修正基準開弁時間に設定し直した場合は、インジェクタによる空燃比制御パラメータの値を、減修正の比率に応じて少なく設定し直し、増修正基準開弁時間に設定し直した場合は、インジェクタによる空燃比制御パラメータの値を、増修正の比率に応じて多く設定し直すようになされたものであってもよい。

[0016] 上記ガスエンジンにおいて、各シリンダヘッド毎または複数のシリンダヘッド毎にインジェクタが設けられたマルチポイントインジェクションとなされたものであってもよい。

[0017] 上記課題を解決するための本発明のガスエンジンは、上記ガスエンジンにおいて、排気路の触媒上流側に全領域空燃比センサが設けられ、制御部は、全領域空燃比センサによって測定した空燃比に基づいてパータベーション制御を行うとともに、この際測定される空燃比の振れ幅からガスカロリーを推定して空燃比制御パラメータの値を調整するものである。

発明の効果

[0018] 本発明によると、燃料ガスの組成変化に対応して空燃比制御を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明に係るガスエンジンの全体構成の概略図である。

[図2]図１に示すガスエンジンにおける燃料と吸入空気との混合部の構成を示すブロック図である。

[図3]燃料ガスのカロリーの変化によって変動する燃料ガス流量と吸入空気流量との関係を示すグラフである。

[図4]パータベーション制御における空気過剰率、ソレノイドバルブ開度、センサ出力の各経時的変化を示すグラフである。

[図5]ソレノイドバルブによるパータベーション制御時における燃料流量調整バルブの開度の経時的変化を詳細に示すグラフである。

[図6]ソレノイドバルブを制御する際の空燃比制御パラメータと浄化ウィンドウの大きさとの関係を示すグラフである。

[図7]燃料ガスのカロリー変化を考慮した際の制御部による制御を説明するフロー図である。

[図8]（ａ）は吸気部の他の構成を示す概略図、同図（ｂ）はさらに他の構成を示す概略図である。

[図9]（ａ）は混合部の他の構成を示す概略図、同図（ｂ）はさらに他の構成を示す概略図である。

[図10]本発明の他の実施の形態に係るガスエンジンの燃料ガスのカロリー変化を考慮した際の制御部による制御を説明するフロー図である。

[図11]（ａ）ないし（ｃ）は吸気部としてインジェクタを採用した場合の各種実施の形態を示す概略図である。

[図12]本発明の他の実施の形態に係るガスエンジンの燃料ガスのカロリー変化を考慮した際の制御部による制御を説明するフロー図である。

[図13]本発明のさらに他の実施の形態に係るガスエンジンの燃料ガスのカロリー変化を考慮した際の制御部による制御を説明するフロー図である。

発明を実施するための形態

[0020] 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。

[0021] 図１は本発明に係るガスエンジン１の全体構成の概略を示し、図２は同ガスエンジン１における燃料と吸入空気との混合部２ａを示し、図３は同ガスエンジン１におけるソレノイドバルブ２１およびＡ／Ｆバルブ２２による吸入空気流量と燃料ガス流量との相関関係図を示し、図４は同ガスエンジン１の制御部１０によるパータベーション制御の制御図を示し、図７は燃料ガスのカロリー変化を考慮した際の制御部１０による制御のフローチャートを示している。

[0022] このガスエンジン１は、ソレノイドバルブ２１とＡ／Ｆバルブ２２とを具備し、基準燃料ガスによって所定のエンジン回転数や負荷でストイキ運転を行ったときのＡ／Ｆバルブ２２の基準開度Ｂよりも実際のバルブ開度Ａが小

さい場合、Ａ／Ｆバルブ２２の開度を小さく設定し直してソレノイドバルブ２１によるパータベーションを行い、基準燃料ガスによって所定のエンジン回転数や負荷でストイキ運転を行ったときのＡ／Ｆバルブ２２の基準開度Ｂよりも実際のバルブ開度Ａが大きい場合、Ａ／Ｆバルブ２２の開度を大きく設定し直してソレノイドバルブ２１によるパータベーションを行う制御部１０を備えている。

[0023] まず、ガスエンジン１の全体構成について説明する。

[0024] ガスエンジン１は、シリンダヘッド１１に接続された吸気経路１２に、空気と燃料ガスとを混合する混合部２ａが設けられており、この混合部２ａとシリンダヘッド１１との間にスロットルバルブ２ｂが設けられている。これら混合部２ａおよびスロットルバルブ２ｂによって吸気部２が構成されており、この吸気部２は、制御部１０からの信号によって制御される。

[0025] 混合部２ａは、図２に示すように、ソレノイドバルブ２１とＡ／Ｆバルブ２２とメインジェット２３とアジャストスクリュ２４とが、レギュレータ２５とミキサー２６との間に並列に接続されている。

[0026] ソレノイドバルブ２１は、理論空燃比となる空気過剰率（λ＝１）のストイキ運転を制御するために、燃料ガスが通過する開口面積を調整できるように設計された流量特性の弁によって構成されている。このソレノイドバルブ２１は、板バネまたはスプリングなどの付勢力によって流路を閉じるように付勢された可動弁を、電磁コイルで可動させて所定の開度に開くように構成されている。このソレノイドバルブ２１は、２５ヘルツの速さで開閉を行い、その開閉の際のデューティ比を変更することで開度が調整できるようになされている。なお、ソレノイドバルブ２１は、２５ヘルツのものに限定されるものではなく、この種のパータベーション制御で使用される各種周波数のソレノイドバルブ２１であってもよい。この構成により、ソレノイドバルブ２１は、流量調整幅は小さいが、素早い流量調整が可能となされている。また、ソレノイドバルブ２１を構成する流量特性の弁は、比例制御弁によって構成されるものであってもよい。

[0027] Ａ／Ｆバルブ２２は、理論空燃比となる空気過剰率（λ＝１）のストイキ運転から、リーン燃焼となる空気過剰率（λ＝１．４～１．６）のリーン運転までの範囲を制御するために、燃料ガスの通過経路の開口面積を調整できるように設計された流量特性の比例制御弁によって構成されている。このＡ／Ｆバルブ２２は、ステッピングモータの回転によって可動弁の開度を一段階毎に調整できるように構成されている。この構成によりＡ／Ｆバルブ２２は、素早い流量調整はできないが、幅広い空気過剰率の範囲に対応できるように流量調整幅が大きく構成されている。

[0028] メインジェット２３は、ソレノイドバルブ２１およびＡ／Ｆバルブ２２とともに、レギュレータ２５からミキサー２６へ流れる燃料の量を調整するように構成されたバルブで、上記したソレノイドバルブ２１やＡ／Ｆバルブ２２とは異なり、開度は、使用するメインジェット２３の番号で固定されている。

[0029] アジャストスクリュ２４は、手動で燃料ガスの量を調整するように構成されたバルブで、通常は、上記メインジェット２３とともに固定されている。

[0030] レギュレータ２５は、常に一定の圧力で燃料ガスを供給できるように、燃料ガスの圧力を制御するようになされている。

[0031] ミキサー２６は、空気と燃料ガスとを混合するベンチュリ管によって構成されている。このミキサー２６は、下流側に設けられたスロットルバルブ２ｂの開度に応じて吸入される空気のベンチュリ効果で燃料ガスと空気とを混合するようになされている。

[0032] シリンダヘッド１１に接続される排気路１３には、サイレンサ３ａが設けられており、このサイレンサ３ａとシリンダヘッド１１との間に三元触媒３ｂが設けられている。この三元触媒３ｂの排気ガス入口側には全領域センサ３１が設けられており、出口側には酸素センサ３２が設けられている。

[0033] 混合部２ａは、リーン運転の際には、ソレノイドバルブ２１を閉じてＡ／Ｆバルブ２２の開閉度を制御部１０によって制御することで、空気過剰率の範囲（λ＝１．４～１．６）のリーン運転を制御できるようになされている

。

[0034] また、混合部２ａは、ストイキ運転の際には、Ａ／Ｆバルブ２２を開閉領域の中間の開度、例えば５０％の開度に開けた状態で、ソレノイドバルブ２１を開閉領域の中間の開度、例えば時間平均開度５０％となる基準開度Ｂに設定されている。制御部１０は、このストイキ運転の基準開度Ｂを中心に、リーン側およびリッチ側に空燃比が変動するようにソレノイドバルブ２１の開閉度の制御をすることで、理論空燃比の空気過剰率（λ＝１）を中心としたストイキ運転のパータベーションを制御することができるようになされている。

[0035] ここで、開閉領域の中間の開度に設定しているのは、小さい開度や大きい開度の領域に比べて中間の開度は、比例制御の精度が高いからである。したがって、小さい開度や大きい開度の領域で補正制御すること等によって、開閉領域の全域にわたって比例制御の精度が同じであるような場合にはこのような中間の開度にこだわる必要はない。ただし、リーン運転を行うガスエンジン１の場合、Ａ／Ｆバルブ２２は、リーン運転時に閉じることを考慮し、ストイキ運転の際には中間の開度よりも大きい開度に設定しておくことが好ましい。以下、説明の便宜上、基準開度Ｂは、ソレノイドバルブ２１を時間平均開度５０％、Ａ／Ｆバルブ２２を開度５０％とする。

[0036] この基準開度Ｂでは、上記したように例えば、Ａ／Ｆバルブ２２を開度５０％、ソレノイドバルブ２１を時間平均開度５０％となるように設定して基準となる所定カロリーの燃料ガスを供給した状態で、理論空燃比の空気過剰率（λ＝１）でガスエンジン１のストイキ運転が、所定のエンジン回転数や負荷で行われる。

[0037] したがって、例えば、この基準となる所定カロリーの燃料ガスよりも、実際に供給される燃料ガスのカロリーが低い場合、図３に示すように、基準開度Ｂを設定したときのエンジン回転数や負荷でストイキ運転を行っても、燃料ガスのカロリーが不足するためこの不足分だけ燃料ガスを補わなければ、所定のエンジン回転数や負荷でストイキ運転を行うことができない。したが

って、実際の運転でカロリーが不足する燃料ガスを使用している場合、実際のバルブ開度Ａは、基準開度Ｂを設定したときのエンジンの回転数や負荷でストイキ運転を行うために、カロリーの不足分だけ基準開度Ｂからバルブ開度Ａを大きくした増修正基準開度Ａｉに設定し直される。この増修正基準開度Ａｉへの変更は、Ａ／Ｆバルブ２２のバルブ開度Ａを大きく設定し直すことによって行われる。

[0038] また、基準燃料ガスよりも、実際に供給される燃料ガスのカロリーが高い場合、基準開度Ｂを設定したときのエンジン回転数や負荷でストイキ運転を行っても、燃料ガスのカロリーが余剰となるので、この余剰分だけ燃料ガスを減らさなければ、所定のエンジン回転数や負荷でストイキ運転を行うことができない。したがって、実際の運転でカロリーが高い燃料ガスを使用している場合、実際のバルブ開度Ａは、基準開度Ｂを設定したときのエンジン回転数や負荷でストイキ運転を行うために、カロリーの余剰分だけ基準開度Ｂからバルブ開度Ａを小さくした減修正基準開度Ａｄに設定し直される。この減修正基準開度Ａｄへの変更は、Ａ／Ｆバルブ２２のバルブ開度Ａを小さく設定し直すことによって行われる。

[0039] ここで、図３における増修正基準開度Ａｉおよび減修正基準開度Ａｄは、一例であって、実際に供給される燃料ガスを使用して、所定のエンジン回転数や負荷でストイキ運転を行った場合に、実際のＡ／Ｆバルブ２２のバルブ開度Ａが、基準開度Ｂからどれだけかけ離れているのか、その都度判断してＡ／Ｆバルブ２２のバルブ開度Ａが設定し直される。

[0040] なお、上記では、ストイキ運転におけるエンジン回転数や負荷を一定にしたときに、基準開度Ｂになるか否かを判断し、実際のバルブ開度Ａからずれていれば、Ａ／Ｆバルブ２２のバルブ開度Ａを大きくまたは小さくして増修正基準開度Ａｉまたは減修正基準開度Ａｄに設定し直すようになされている。すなわち、ストイキ運転におけるエンジン回転数や負荷を基準に実際のバルブ開度Ａを設定し直しているが、基準開度Ｂを基準に実際のＡ／Ｆバルブ２２のバルブ開度Ａを設定し直してもよい。つまり、基準開度Ｂにしたとき

に、ストイキ運転で所定のエンジン回転数や負荷が得られているか否かを判断し、得られていなければ、本来基準開度Ｂで得られるはずのストイキ運転におけるエンジン回転数や負荷となるように、実際のＡ／Ｆバルブ２２のバルブ開度Ａを大きくまたは小さくして増修正基準開度Ａｉまたは減修正基準開度Ａｄに設定し直すものであってもよい。

[0041] ストイキ運転においては、実際のＡ／Ｆバルブ２２のバルブ開度Ａを増修正基準開度Ａｉまたは減修正基準開度Ａｄに設定し直した後、ソレノイドバルブ２１の開閉度の制御によってパータベーション制御が行われるが、増修正基準開度Ａｉにおいてソレノイドバルブ２１を全閉から全開にした際の空気過剰率の変化量Ｖｉと、減修正基準開度Ａｄにおいてソレノイドバルブ２１を全閉から全開にした際の空気過剰率の変化量Ｖｄとは大きく異なる。したがって、ソレノイドバルブ２１によってストイキ運転のパータベーション制御を行う場合、実際のバルブ開度Ａを基準開度Ｂから増修正基準開度Ａｉに設定し直したときは、バルブ開度Ａを大きく設定し直した比率に合わせて、ソレノイドバルブ２１の開閉度も大きくしてパータベーション制御をすることが好ましく、実際のバルブ開度Ａを基準開度Ｂから減修正基準開度Ａｄに設定し直したときは、バルブ開度Ａを小さく設定し直した比率に合わせて、ソレノイドバルブ２１の開閉度も小さくしてパータベーション制御をすることが好ましい。

[0042] 次に、制御部１０による制御について説明する。

[0043] 制御部１０によるストイキ運転の制御は、三元触媒３ｂの入口側に設けられた全領域センサ３１の測定検出結果が理論空燃比の空気過剰率（λ＝１）となるように、ソレノイドバルブ２１の時間平均開度を５０％に保ちながら、Ａ／Ｆバルブ２２の開度を調整することによって行われる。この際、基準燃料ガスが供給されていれば、Ａ／Ｆバルブ２２の開度も５０％に維持されて基準開度Ｂとなる。

[0044] また、制御部１０によるパータベーションの制御は、三元触媒３ｂの入口側に設けられた全領域センサ３１と、その後段である三元触媒３ｂの出口側

に設けられた酸素センサ３２との測定検出結果に基づいて、ソレノイドバルブ２１の開閉度を制御することによって行われる。このパータベーションの制御は、制御部１０によって以下のようにして行われる。

[0045] すなわち、全領域センサ３１によって三元触媒３ｂに流入する手前の排気ガスの酸素濃度を測定する。この全領域センサ３１は、ストイキ運転よりもリッチ側に判定された場合には、図４に示すように、ソレノイドバルブ２１を、ストイキ運転の設定よりも過剰にリーン側に閉じる。

[0046] すると、排気ガス中の過剰の酸素は、三元触媒３ｂに吸蔵され、三元触媒３ｂに吸蔵された酸素が飽和してくるので、三元触媒３ｂの後段側に設けられた酸素センサ３２は、ソレノイドバルブ２１の切り替えから所定の応答時間後にリーン側に移行する。

[0047] また、三元触媒３ｂよりも前段側の全領域センサ３１は、ストイキよりもリーン側にソレノイドバルブ２１を閉じたことにより、リーン側に判定されるので、この判定に合わせてソレノイドバルブ２１を、ストイキ運転の設定よりも過剰にリッチ側に開ける。

[0048] すると、三元触媒３ｂに吸蔵されていた酸素は、排気ガス中に放出されて排気ガスを浄化するが、そのうち三元触媒３ｂに吸蔵されていた酸素が枯渇するので、三元触媒３ｂ後段側に設けられた酸素センサ３２は、ソレノイドバルブ２１の切り替えから所定の応答時間後にリッチ側に移行する。

[0049] 以後、約1～２秒程度の所定のピッチで空燃比を変更（パータベーション）させることで、三元触媒３ｂの後段側の酸素センサ３２は、ストイキ運転のリーン側とリッチ側とで空燃比がなだらかに変化する。この際、三元触媒３ｂは、酸素の吸蔵および放出が繰り返されることとなり、触媒の活性化した状態が保たれることとなる。

[0050] なお、ソレノイドバルブ２１によるバルブ開度の制御パラメータとしては、図５に示すように、所定時間で急激にバルブを開くジャンプアップ量Ｊ、その後、所定時間でなだらかにバルブが開くランプアップ速度Ｒ、次にソレノイドバルブ２１を急激に閉じるまでの間のディレイタイムＤによって決ま

る。制御部１０には、これらを考慮した制御マップが入力されており、最適な浄化ウィンドウＷとなるように、上記した各空燃比制御パラメータを制御することで、理想的なパータベーション制御を行うことができるようになされている。

[0051] 次に、制御部１０による燃料ガスのカロリー変化を考慮した制御について説明する。

[0052] 図７に示すように、まず、理論空燃比の空気過剰率（λ＝１）でガスエンジン１のストイキ運転が開始される。このストイキ運転は、ソレノイドバルブ２１の開度の時間平均値が５０％となるように保ちながら、Ａ／Ｆバルブ２２の開度調整を行うことによって実行される（ステップ１）。この際、燃料ガスは、前記した基準開度Ｂを設定した時のエンジン回転数や負荷でストイキ運転を行っていれば、基準開度Ｂで供給すればよいはずである。しかし、実際の運転時にガスエンジン１に供給される燃料ガスは、基準開度Ｂを決定した時のガス成分と同じではなく、一日の中で燃料ガスのカロリーが高くなったり、低くなったり変動する。

[0053] したがって、燃料ガスのカロリー変化を掴むために、まず、ストイキ運転時のエンジン回転数や負荷を一定期間にわたって検出する（ステップ２）。基準の燃料ガスが供給されていれば、基準開度Ｂとなるはずであるが、基準燃料ガスよりも燃料ガスのカロリーが低いと、実際のＡ／Ｆバルブ２２のバルブ開度Ａは、基準開度Ｂよりも開度が大きい増修正基準開度Ａｉとなる。基準燃料ガスよりも燃料ガスのカロリーが高いと、実際のＡ／Ｆバルブ２２のバルブ開度Ａは、基準開度Ｂよりも開度が小さい減修正基準開度Ａｄとなる。

[0054] そこで、上記ストイキ運転時のエンジン回転数や負荷を検出した一定期間におけるＡ／Ｆバルブ２２のバルブ開度Ａの時間履歴を検出する（ステップ３）。

[0055] 検出した一定期間のうち、ストイキ運転時のエンジン回転数や負荷が一定であった時間を検出する（ステップ４）。

[0056] 一定であった時間が所定時間に達しなかった場合、実際のバルブ開度Ａが安定していないということになり、安定したバルブ開度Ａが測定されるまで、ステップ２からの制御が繰り返される。一定であった時間が所定時間に達した場合、実際のバルブ開度Ａとして検出する（ステップ５）。

[0057] 次に、基準開度Ｂの制御マップを読み出し（ステップ６）、実際のバルブ開度Ａと基準開度Ｂとを比較する（ステップ７）。

[0058] 実際のバルブ開度Ａと基準開度Ｂとが同じ場合、基準開度Ｂの制御マップにしたがった空燃比制御パラメータでソレノイドバルブ２１によるパータベーション制御を行い（ステップ８）、以後、ステップ１からの制御を繰り返す。

[0059] 実際のバルブ開度Ａが基準開度Ｂよりも開度が小さい減修正基準開度Ａｄとなっている場合、この減修正基準開度Ａｄの制御マップに修正した空燃比制御パラメータでソレノイドバルブ２１によるパータベーション制御を行い（ステップ９）、以後、ステップ１からの制御を繰り返す。この際、空燃比制御パラメータは、ジャンプ量Ｊ、ランプ速度Ｒ、ディレイタイムＤのうち、いずれか一つ以上の値を小さく設定し直すことによって行われる。

[0060] 実際のバルブ開度Ａが、基準開度Ｂよりも開度が大きい増修正基準開度Ａｉとなっている場合、この増修正基準開度Ａｉの制御マップに修正した空燃比制御パラメータでソレノイドバルブ２１によるパータベーション制御を行い（ステップ１０）、以後、ステップ１からの制御を繰り返す。この際、空燃比制御パラメータは、ジャンプ量Ｊ、ランプ速度Ｒ、ディレイタイムＤのうち、いずれか一つ以上の値を大きく設定し直すことによって行われる。

[0061] 上記したように、実際のバルブ開度Ａを、基準開度Ｂよりも開度が小さい減修正基準開度Ａｄ、または、基準開度Ｂよりも開度が大きい増修正基準開度Ａｉに修正したとしても、パータベーション制御に入ってからは、約１～2秒程度の所定のピッチで空燃比を変更させているので、パータベーション制御の最中に燃料ガスのカロリーが変化した場合、その変化は、パータベーション制御による空燃比の変化と重なってしまい、見分けるのが難しくなって

しまう。したがって、パータベーション制御の最中は、全領域センサ３１から得られる空燃比の振れ幅を、基準開度Ｂでパータベーション制御した際の振れ幅と比較し、その差から燃料ガスのカロリー変化を推定する。そして、全領域センサ３１から得られる空燃比の振れ幅が、適正値、すなわち、基準燃料ガスを用いて基準開度Ｂでパータベーション制御した際の振れ幅となるように、上記した空燃比制御パラメータを設定し直す。

[0062] このようにして構成されたガスエンジン１によると、実際のバルブ開度Ａが基準開度Ｂからどの程度ずれているかを把握することによって、燃料ガスのカロリー変化を知ることができる。

[0063] また、このずれを考慮して基準開度Ｂから増修正基準開度Ａｉまたは減修正基準開度ＡｄにＡ／Ｆバルブ２２を設定し直してからガスエンジン１のストイキ運転やリーン運転やパータベーション制御を行うため、図６に示すように、ジャンプ量Ｊ、ランプ速度Ｒなどの空燃比制御パラメータを適正に決めることができ、制御する際の浄化ウィンドウＷを広く保つことができる。したがって、排ガスの浄化性能を維持できる期間が長くなり、メンテナンスインターバルを長期化できる。また、触媒の貴金属量や容量を大きくしなくてもよくなり、触媒のコスト上昇を防止することができる。さらに、カロリー変化が大きな燃料ガスを使用する場合であっても、ガスエンジン１を運転することができる。また、燃料ガスのカロリーが異なる複数の国や地域で使用することが可能となる。

[0064] さらに、ソレノイドバルブ２１によってパータベーション制御をする際、基準開度Ｂから増修正基準開度Ａｉまたは減修正基準開度Ａｄに設定し直したＡ／Ｆバルブ２２の開度調整量に比例してソレノイドバルブ２１の開度を調整することで、上記した効果を一層優れたものとすることができる。

[0065] なお、本実施の形態において、混合部２ａは、吸気経路１２に一つ設けられているが、図８（ａ）に示すように、ガスエンジン１の各シリンダヘッド１１に一つずつ設けられたものであってもよいし、図８（ｂ）に示すように、２つ以上の幾つかのシリンダヘッド１１毎に（図面では２つ）一つの単位

で設けられたものであってもよい。

[0066] また、本実施の形態において、混合部２ａは、流量特性の異なるソレノイドバルブ２１とＡ／Ｆバルブ２２とを制御できるように構成しているが、図９（ａ）に示すように、流量特性が同じ燃料流量調整バルブ２０を２個または３個以上（図面では３個）の複数個設けて制御できるように構成したものであってもよい。この場合、本実施の形態におけるソレノイドバルブ２１と同じように作用する燃料流量調整バルブ２０と、Ａ／Ｆバルブ２２と同じように作用する燃料流量調整バルブ２０とを備えるように構成したものであってもよいし、各燃料流量調整バルブ２０のそれぞれが、本実施の形態におけるソレノイドバルブ２１と同じように作用し、かつ、Ａ／Ｆバルブ２２と同じように作用するように構成したものであってもよい。この場合、燃料流量調整バルブ２０として、具体的には、バタフライ弁やソレノイドバルブなど、この種の燃料ガス制御に使用している各種のバルブを使用することができる。

[0067] さらに、本実施の形態において、混合部２ａは、ソレノイドバルブ２１とＡ／Ｆバルブ２２との２つの調整バルブを有するガスエンジン１について述べているが、図９（ｂ）に示すように、一つの燃料流量調整バルブ２０を有するものであってもよい。

[0068] 次に、この一つの燃料流量調整バルブ２０を有する混合部２ａを備えたガスエンジン１において、燃料ガスのカロリー変化を考慮した制御を行う場合について説明する。

[0069] 図１０に示すように、まず、理論空燃比の空気過剰率（λ＝１）でガスエンジン１のストイキ運転が開始される。このストイキ運転は、燃料流量調整バルブ２０の開度調整によって行われる。この際、燃料ガスは、前記した基準開度Ｂを設定した時のエンジン回転数や負荷でストイキ運転を行っていれば、基準開度Ｂで供給すればよいはずである。しかし、実際の運転時にガスエンジン１に供給される燃料ガスは、基準開度Ｂを決定した時のガス成分と同じではなく、一日の中で燃料ガスのカロリーが高くなったり、低くなった

り変動する。

[0070] したがって、燃料ガスのカロリー変化を掴むために、まず、ストイキ運転時のエンジン回転数や負荷を一定期間にわたって検出する（ステップ２１）。基準の燃料ガスが供給されていれば、基準開度Ｂとなるはずであるが、基準燃料ガスよりも燃料ガスのカロリーが低いと、実際の燃料流量調整バルブ２０のバルブ開度Ａは、基準開度Ｂよりも開度が大きい増修正基準開度Ａｉとなる。基準燃料ガスよりも燃料ガスのカロリーが高いと、実際の燃料流量調整バルブ２０のバルブ開度Ａは、基準開度Ｂよりも開度が小さい減修正基準開度Ａｄとなる。

[0071] そこで、上記ストイキ運転時のエンジン回転数や負荷を検出した一定期間における燃料流量調整バルブ２０のバルブ開度Ａの時間履歴を検出する（ステップ２２）。

[0072] 検出した一定期間のうち、ストイキ運転時のエンジン回転数や負荷が一定であった時間を検出する（ステップ２３）。

[0073] 一定であった時間が所定時間に達しなかった場合、実際のバルブ開度Ａが安定していないということになり、安定したバルブ開度Ａが測定されるまで、ステップ２１からの制御が繰り返される。一定であった時間が所定時間に達した場合、実際のバルブ開度Ａとして検出する（ステップ２４）。

[0074] 次に、基準開度Ｂの制御マップを読み出し（ステップ２５）、実際のバルブ開度Ａと基準開度Ｂとを比較する（ステップ２６）。

[0075] 実際のバルブ開度Ａと基準開度Ｂとが同じ場合、基準開度Ｂの制御マップにしたがった空燃比制御パラメータで燃料流量調整バルブ２０によるパータベーション制御を行い（ステップ２７）、以後、ステップ２１からの制御を繰り返す。

[0076] 実際のバルブ開度Ａが基準開度Ｂよりも開度が小さい減修正基準開度Ａｄの場合、この減修正基準開度Ａｄの制御マップに修正した空燃比制御パラメータで燃料流量調整バルブ２０によるパータベーション制御を行い（ステップ２８）、以後、ステップ２１からの制御を繰り返す。この際、空燃比制御

パラメータは、ジャンプ量Ｊ、ランプ速度Ｒ、ディレイタイムＤのうち、いずれか一つ以上の値を小さく設定し直すことによって行われる。

[0077] 実際のバルブ開度Ａが、基準開度Ｂよりも開度が大きい増修正基準開度Ａｉとなった場合、この増修正基準開度Ａｉの制御マップに修正した空燃比制御パラメータで燃料流量調整バルブ２０によるパータベーション制御を行い（ステップ２９）、以後、ステップ２１からの制御を繰り返す。この際、空燃比制御パラメータは、ジャンプ量Ｊ、ランプ速度Ｒ、ディレイタイムＤのうち、いずれか一つ以上の値を大きく設定し直すことによって行われる。

[0078] パータベーション制御に入ってからは、前記したように、全領域センサ３１から得られる空燃比の振れ幅を、基準開度Ｂでパータベーション制御した際の振れ幅と比較し、その差から燃料ガスのカロリー変化を推定する。そして、全領域センサ３１から得られる空燃比の振れ幅が、適正値、すなわち、基準燃料ガスを用いて基準開度Ｂでパータベーション制御した際の振れ幅となるように、上記した空燃比制御パラメータを設定し直す。

[0079] このようにして構成されたガスエンジン１によると、前記した２つの調整バルブを有するガスエンジン１と同様の効果が得られる。

[0080] なお、上記実施の形態においては、燃料流量調整バルブ２０、ソレノイドバルブ２１，Ａ／Ｆバルブ２２などの一つまたは複数のバルブを有する混合部２ａと、スロットルバルブ２ｂとによって吸気部２が構成されているが、図１１（ａ）に示すように、この吸気部を、一つのインジェクタ２ｃによって構成したものであってもよいし、図１１（ｂ）に示すように、各シリンダヘッド１１に設けたインジェクタ２ｃによって構成したものであってもよいし、図１１（ｃ）に示すように、複数のシリンダヘッド１１（図面では２つ）毎に設けたインジェクタ２ｃによって構成したものであってもよい。この場合、上記した実施形態における基準開度Ｂに相当するものは、インジェクタ２ｃの基準開弁時間Ｂｔとなる。すなわち、基準となる所定カロリーの燃料ガスを供給した状態で、理論空燃比の空気過剰率（λ＝１）でガスエンジン１のストイキ運転を、所定のエンジン回転数や負荷で行うときのインジェ

クタ２ｃの基準開弁時間（＝通電時間）Ｂｔとなる。

[0081] 図１２は、一つのインジェクタ２ｃからなる吸気部を備えたガスエンジン１において、燃料ガスのカロリー変化を考慮した制御を行う場合について示している。

[0082] まず、理論空燃比の空気過剰率（λ＝１）でガスエンジン１のストイキ運転が開始される。このストイキ運転は、インジェクタ２ｃの開弁時間（＝通電時間）の調整によって行われる。この際、燃料ガスは、基準開弁時間Ｂｔを設定した時のエンジン回転数や負荷でストイキ運転を行っていれば、基準開弁時間Ｂｔで供給すればよいはずである。しかし、実際の運転時にガスエンジン１に供給される燃料ガスは、基準開弁時間Ｂｔを決定した時のガス成分と同じではなく、一日の中で燃料ガスのカロリーが高くなったり、低くなったり変動する。

[0083] したがって、燃料ガスのカロリー変化を掴むために、まず、ストイキ運転時のエンジン回転数や負荷を一定期間にわたって検出する（ステップ３１）。基準の燃料ガスが供給されていれば、基準開弁時間Ｂｔとなるはずであるが、基準燃料ガスよりも燃料ガスのカロリーが低いと、実際のインジェクタ２ｃの開弁時間Ａｔは、基準開弁時間Ｂｔよりも開度が大きい増修正基準開弁時間Ａｔｉとなる。基準燃料ガスよりも燃料ガスのカロリーが高いと、実際のインジェクタ２ｃのバルブ開弁時間Ａｔは、基準開弁時間Ｂｔよりも開度が小さい減修正基準開弁時間Ａｔｄとなる。

[0084] そこで、上記ストイキ運転時のエンジン回転数や負荷を検出した一定期間におけるインジェクタ２ｃの開弁時間Ａｔの時間履歴を検出する（ステップ３２）。

[0085] 検出した一定期間のうち、ストイキ運転時のエンジン回転数や負荷が一定であった時間を検出する（ステップ３３）。

[0086] 一定であった時間が所定時間に達しなかった場合、実際の開弁時間Ａｔが安定していないということになり、安定した開弁時間Ａｔが測定されるまで、ステップ３１からの制御が繰り返される。一定であった時間が所定時間に

達した場合、実際の開弁時間Ａｔとして検出する（ステップ３４）。

[0087] 次に、基準開弁時間Ｂｔの制御マップを読み出し（ステップ３５）、実際の開弁時間Ａｔと基準開弁時間Ｂｔとを比較する（ステップ３６）。

[0088] 実際の開弁時間Ａｔと基準開弁時間Ｂｔとが同じ場合、基準開弁時間Ｂｔの制御マップにしたがった空燃比制御パラメータでインジェクタ２ｃによるパータベーション制御を行い（ステップ３７）、以後、ステップ３１からの制御を繰り返す。

[0089] 実際の開弁時間Ａｔが基準開弁時間Ｂｔよりも短い減修正基準開弁時間Ａｔｄの場合、この減修正基準開弁時間Ａｔｄの制御マップに修正した空燃比制御パラメータでインジェクタ２ｃによるパータベーション制御を行い（ステップ３８）、以後、ステップ３１からの制御を繰り返す。この際、空燃比制御パラメータは、ジャンプ量Ｊ、ランプ速度Ｒ、ディレイタイムＤのうち、いずれか一つ以上の値を小さく設定し直すことによって行われる。

[0090] 実際の開弁時間Ａｔが、基準開弁時間Ｂｔよりも長い増修正基準開弁時間Ａｔｉとなった場合、この増修正基準開弁時間Ａｔｉの制御マップに修正した空燃比制御パラメータでインジェクタ２ｃによるパータベーション制御を行い（ステップ３９）、以後、ステップ３１からの制御を繰り返す。この際、空燃比制御パラメータは、ジャンプ量Ｊ、ランプ速度Ｒ、ディレイタイムＤのうち、いずれか一つ以上の値を大きく設定し直すことによって行われる。

[0091] パータベーション制御に入ってからは、前記したように、全領域センサ３１から得られる空燃比の振れ幅を、基準開度Ｂでパータベーション制御した際の振れ幅と比較し、その差から燃料ガスのカロリー変化を推定する。そして、全領域センサ３１から得られる空燃比の振れ幅が、適正値、すなわち、基準燃料ガスを用いて基準開度Ｂでパータベーション制御した際の振れ幅となるように、上記した空燃比制御パラメータを設定し直す。

[0092] このようにして構成されたガスエンジン１によると、実際の開弁時間Ａｔが基準開弁時間Ｂｔからどの程度ずれているかを把握することによって、燃

料ガスのカロリー変化を知ることができる。

[0093] また、このずれを考慮して基準開弁時間Ｂｔから増修正基準開弁時間Ａｔｉまたは減修正基準開弁時間Ａｔｄにインジェクタ２ｃを設定し直してからガスエンジン１のストイキ運転やリーン運転やパータベーション制御を行うため、図６に示すように、ジャンプ量Ｊ、ランプ速度Ｒなどの空燃比制御パラメータを適正に決めることができ、制御する際の浄化ウィンドウＷを広く保つことができる。したがって、排ガスの浄化性能を維持できる期間が長くなり、メンテナンスインターバルを長期化できる。また、触媒の貴金属量や容量を大きくしなくてもよくなり、触媒のコスト上昇を防止することができる。さらに、カロリー変化が大きな燃料ガスを使用する場合であっても、ガスエンジン１を運転することができる。また、燃料ガスのカロリーが異なる複数の国や地域で使用することが可能となる。

[0094] さらに、インジェクタ２ｃによってパータベーション制御をする際、基準開弁時間Ｂｔから増修正基準開弁時間Ａｔｉまたは減修正基準開弁時間Ａｔｄに設定し直した開弁時間の調整量に比例してインジェクタ２ｃの開弁時間を調整することで、上記した効果を一層優れたものとすることができる。

[0095] 図１３は、各シリンダヘッド１１に一つのインジェクタ２ｃを設けた吸気部を備えたガスエンジン１において、燃料ガスのカロリー変化を考慮した制御を行う場合について示している。

[0096] まず、理論空燃比の空気過剰率（λ＝１）でガスエンジン１のストイキ運転が開始される。このストイキ運転は、インジェクタ２ｃの開弁時間（＝通電時間）の調整によって行われる。この際、燃料ガスは、基準開弁時間Ｂｔを設定した時のエンジン回転数や負荷でストイキ運転を行っていれば、基準開弁時間Ｂｔで供給すればよいはずである。しかし、実際の運転時にガスエンジン１に供給される燃料ガスは、基準開弁時間Ｂｔを決定した時のガス成分と同じではなく、一日の中で燃料ガスのカロリーが高くなったり、低くなったり変動する。

[0097] したがって、燃料ガスのカロリー変化を掴むために、まず、ストイキ運転

時のエンジン回転数や負荷を一定期間にわたって検出する（ステップ４１）。基準の燃料ガスが供給されていれば、基準開弁時間Ｂｔとなるはずであるが、基準燃料ガスよりも燃料ガスのカロリーが低いと、実際のインジェクタ２ｃの開弁時間Ａｔは、基準開弁時間Ｂｔよりも開度が大きい増修正基準開弁時間Ａｔｉとなる。基準燃料ガスよりも燃料ガスのカロリーが高いと、実際のインジェクタ２ｃのバルブ開弁時間Ａｔは、基準開弁時間Ｂｔよりも開度が小さい減修正基準開弁時間Ａｔｄとなる。

[0098] そこで、上記ストイキ運転時のエンジン回転数や負荷を検出した一定期間におけるインジェクタ２ｃの開弁時間Ａｔの時間履歴を検出する（ステップ４２）。

[0099] 検出した一定期間のうち、ストイキ運転時のエンジン回転数や負荷が一定であった時間を検出する（ステップ４３）。

[0100] 一定であった時間が所定時間に達しなかった場合、実際の開弁時間Ａｔが安定していないということになり、安定した開弁時間Ａｔが測定されるまで、ステップ４１からの制御が繰り返される。一定であった時間が所定時間に達した場合、実際の開弁時間Ａｔとして検出する（ステップ４４）。

[0101] 次に、基準開弁時間Ｂｔの制御マップを読み出し（ステップ４５）、実際の開弁時間Ａｔと基準開弁時間Ｂｔとを比較する（ステップ４６）。

[0102] 実際の開弁時間Ａｔと基準開弁時間Ｂｔとが同じ場合、基準開弁時間Ｂｔの制御マップにしたがった空燃比制御パラメータでインジェクタ２ｃによるパータベーション制御を行い（ステップ４７）、以後、ステップ４１からの制御を繰り返す。

[0103] 実際の開弁時間Ａｔが基準開弁時間Ｂｔよりも短い減修正基準開弁時間Ａｔｄの場合、この減修正基準開弁時間Ａｔｄの制御マップに修正した空燃比制御パラメータでインジェクタ２ｃによるパータベーション制御を行い（ステップ４８）、以後、ステップ４１からの制御を繰り返す。この際、空燃比制御パラメータは、ジャンプ量Ｊ、ランプ速度Ｒ、ディレイタイムＤのうち、いずれか一つ以上の値を小さく設定し直すことによって行われる。

[0104] 実際の開弁時間Ａｔが、基準開弁時間Ｂｔよりも長い増修正基準開弁時間Ａｔｉとなった場合、この増修正基準開弁時間Ａｔｉの制御マップに修正した空燃比制御パラメータでインジェクタ２ｃによるパータベーション制御を行い（ステップ４９）、以後、ステップ４１からの制御を繰り返す。この際、空燃比制御パラメータは、ジャンプ量Ｊ、ランプ速度Ｒ、ディレイタイムＤのうち、いずれか一つ以上の値を大きく設定し直すことによって行われる。

[0105] パータベーション制御に入ってからは、前記したように、全領域センサ３１から得られる空燃比の振れ幅を、基準開度Ｂでパータベーション制御した際の振れ幅と比較し、その差から燃料ガスのカロリー変化を推定する。そして、全領域センサ３１から得られる空燃比の振れ幅が、適正値、すなわち、基準燃料ガスを用いて基準開度Ｂでパータベーション制御した際の振れ幅となるように、上記した空燃比制御パラメータを設定し直す。

[0106] なお、上記において、ガスエンジン１は、三元触媒３ｂの入口側に全領域センサ３１を設けた構成となっているが、この全領域センサ３１を酸素センサに変えたものであってもよいし、全領域センサ３１と酸素センサとを両方備えたものであってもよい。ただし、全領域センサ３１に変えて酸素センサを用いた場合、酸素センサの出力振幅は、実際の空燃比の振幅を正確に表現できないため、基準開度Ｂから、増修正基準開度Ａｉまたは減修正基準開度Ａｄに設定し直した差分の比率に応じた補正、あるいは、基準開弁時間Ｂｔから、増修正基準開弁時間Ａｔｉまたは減修正基準開弁時間Ａｔｄに設定し直した差分の比率に応じた補正、が必要となる。

[0107] また、上記において、ガスエンジン１は、ストイキ運転とリーン運転とを切り替えることができるように構成されているが、ストイキ運転のみを行うように構成されたガスエンジン１であってもよい。

[0108] このようにして構成されたガスエンジン１によると、前記した一つのインジェクタ２ｃを有するガスエンジン１と同様の効果が得られる。

[0109] このようにして構成される上記した各ガスエンジン１は、ガスヒートポン

プ装置（図示省略）の駆動源として好適に使用することができる。また、このガスエンジン１は、コージェネレーション装置（図示省略）の駆動源としても好適に使用することができる。

[0110] また、本実施の形態においては、ガスエンジン１について述べているが、ガスエンジン１の他に、パータベーション制御が行われる各種エンシンに適用するものであってもよい。

[0111] なお、本発明は、その精神または主要な特徴から逸脱することなく、他のいろいろな形で実施することができる。そのため、上述の実施例はあらゆる点で単なる例示に過ぎず、限定的に解釈してはならない。本発明の範囲は特許請求の範囲によって示すものであって、明細書本文には、なんら拘束されない。さらに、特許請求の範囲に属する変形や変更は、全て本発明の範囲内のものである。

符号の説明

[0112] １　ガスエンジン

１０　制御部

２　吸気部

２ｃ　インジェクタ

２０　燃料流量調整バルブ

２１　ソレノイドバルブ

２２　Ａ／Ｆバルブ

３１　全領域センサ

３２　酸素センサ

Ａ　実際の開度

Ａｔ　実際の開弁時間

Ａｉ　増修正基準開度

Ａｔｉ　増修正基準開弁時間

Ａｄ　減修正基準開度

Ａｔｄ　減修正基準開弁時間

Ｂ　基準開度

Ｂｔ　基準開弁時間

Ｊ　ジャンプ量（空燃比制御パラメータ）

Ｒ　ランプ速度（空燃比制御パラメータ）

Ｄ　ディレイタイム（空燃比制御パラメータ）

請求の範囲

[請求項1] 一つの燃料流量調整バルブで空燃比を制御するようになされたガスエンジンにおいて、

基準燃料ガスによる特定のエンジン運転状況において、燃料流量調整バルブが基準開度に設定されており、

実際の運転時に、特定のエンジン運転状況におけるバルブ開度が、設定した基準開度よりも小さい場合、または、基準開度におけるエンジン出力が、特定のエンジン運転状況から得られる設定出力より高出力の場合、燃料流量調整バルブの開度を基準開度よりも小さくした減修正基準開度に設定し直し、

特定のエンジン運転状況におけるバルブ開度が、設定した基準開度よりも大きい場合、または、基準開度におけるエンジンの出力が、特定のエンジン運転状況から得られる設定出力より低出力の場合、燃料流量調整バルブの開度を基準開度よりも大きく設定し直す制御部を備えたことを特徴とするガスエンジン。

[請求項2] 燃料流量調整バルブが複数個となされ、これら複数個の燃料流量調整バルブによって前記一つの燃料流量調整バルブの必要流量が確保されてなる請求項１に記載のガスエンジン。

[請求項3] 制御部は、減修正基準開度に設定し直した場合は、燃料流量調整バルブによる空燃比制御パラメータの値を、減修正の比率に応じて小さく設定し直し、

増修正基準開度に設定し直した場合は、燃料流量調整バルブによる空燃比制御パラメータの値を、増修正の比率に応じて大きく設定し直すようになされた請求項１に記載のガスエンジン。

[請求項4] 制御部は、減修正基準開度に設定し直した場合は、燃料流量調整バルブによる空燃比制御パラメータの値を、減修正の比率に応じて小さく設定し直し、

増修正基準開度に設定し直した場合は、燃料流量調整バルブによる

空燃比制御パラメータの値を、増修正の比率に応じて大きく設定し直すようになされた請求項２に記載のガスエンジン。

[請求項5] 複数の燃料流量調整バルブは、第二バルブよりも応答性が低く燃料流量調整幅が大きい第一バルブと、第一バルブよりも応答性が高く燃料流量調整幅が小さい第二バルブとを具備し、第二バルブでパータベーションを行うように構成され、

基準燃料ガスによる特定のエンジン運転状況において、第二バルブの開度が所定値となるように第一バルブの開度が調整されて基準開度が設定されており、

実際の運転時に、特定のエンジン運転状況におけるバルブ開度が、設定した基準開度よりも小さい場合、または、基準開度におけるエンジンの出力が、特定のエンジン運転状況から得られる設定出力より高出力の場合、第一バルブの開度を基準開度よりも小さく設定し直し、

特定のエンジン運転状況におけるバルブ開度が、設定した基準開度よりも大きい場合、または、基準開度におけるエンジンの出力が、特定のエンジン運転状況から得られる設定出力より低出力の場合、第一バルブの開度を基準開度よりも大きく設定し直す制御部を備えた請求項２に記載のガスエンジン。

[請求項6] 制御部は、減修正基準開度に設定し直した場合は、第二バルブによる空燃比制御パラメータの値を、減修正の比率に応じて小さく設定し直し、

増修正基準開度に設定し直した場合は、第二バルブによる空燃比制御パラメータの値を、増修正の比率に応じて大きく設定し直すようになされた請求項５記載のガスエンジン。

[請求項7] 一つのインジェクタで空燃比を制御するようになされたシングルポイントインジェクジョンのガスエンジンにおいて、

基準燃料ガスによる特定のエンジン運転状況において、インジェクタの開弁時間が基準開弁時間に設定されており、

実際の運転時に、特定のエンジン運転状況における開弁時間が、設定した基準開弁時間よりも小さい場合、または、基準開弁時間におけるエンジン出力が、特定のエンジン運転状況から得られる設定出力より高出力の場合、インジェクタの開弁時間を基準開弁時間よりも少なくした減修正基準開弁時間に設定し直し、

特定のエンジン運転状況における開弁時間が、設定した基準開弁時間よりも大きい場合、または、基準開弁時間におけるエンジン出力が、特定のエンジン運転状況から得られる設定出力より低出力の場合、インジェクタの開弁時間を基準開弁時間よりも多くした増修正基準開弁時間に設定し直す制御部を備えたことを特徴とするガスエンジン。

[請求項8] 制御部は、減修正基準開弁時間に設定し直した場合は、インジェクタによる空燃比制御パラメータの値を、減修正の比率に応じて少なく設定し直し、

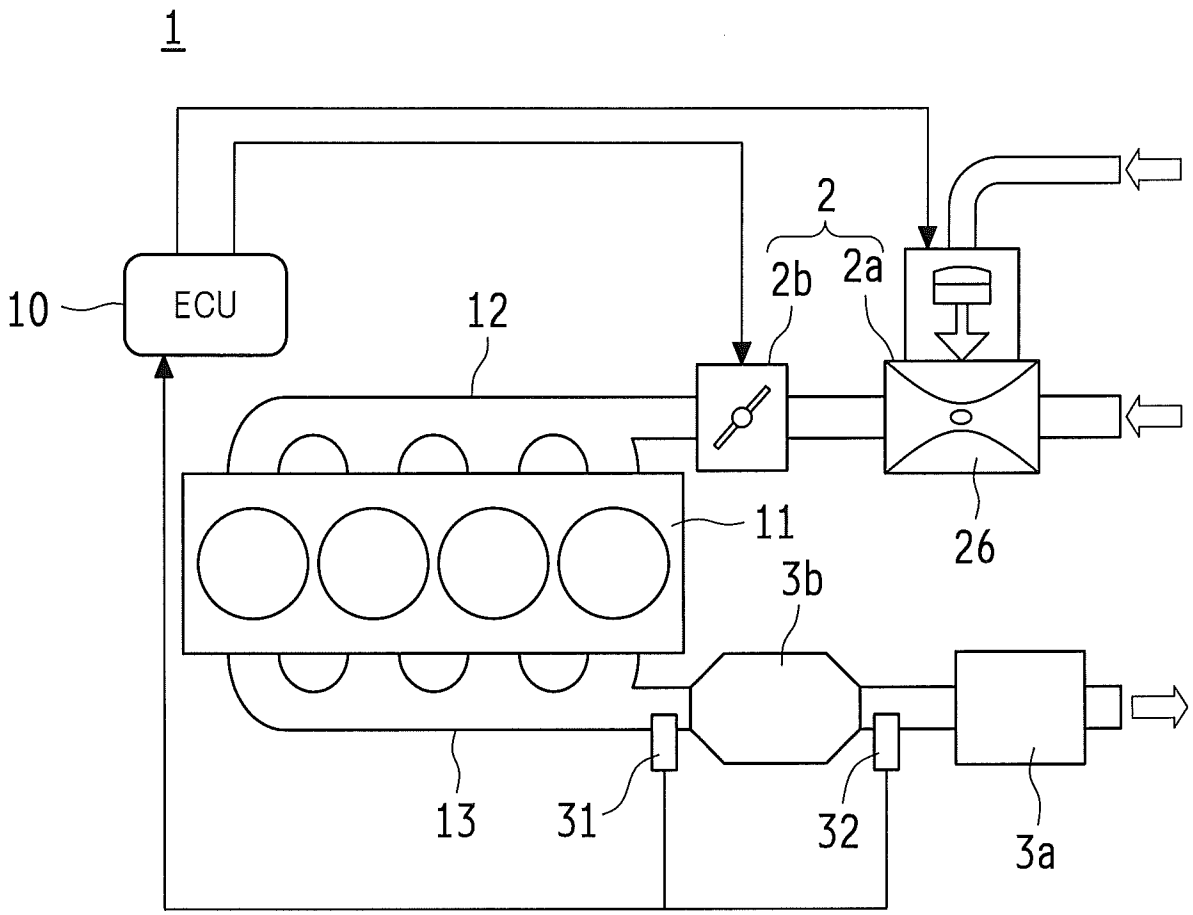
増修正基準開弁時間に設定し直した場合は、インジェクタによる空燃比制御パラメータの値を、増修正の比率に応じて多く設定し直すようになされた請求項７に記載のガスエンジン。

[請求項9] 各シリンダヘッド毎または複数のシリンダヘッド毎にインジェクタが設けられたマルチポイントインジェクションとなされた請求項７または８に記載のガスエンジン。

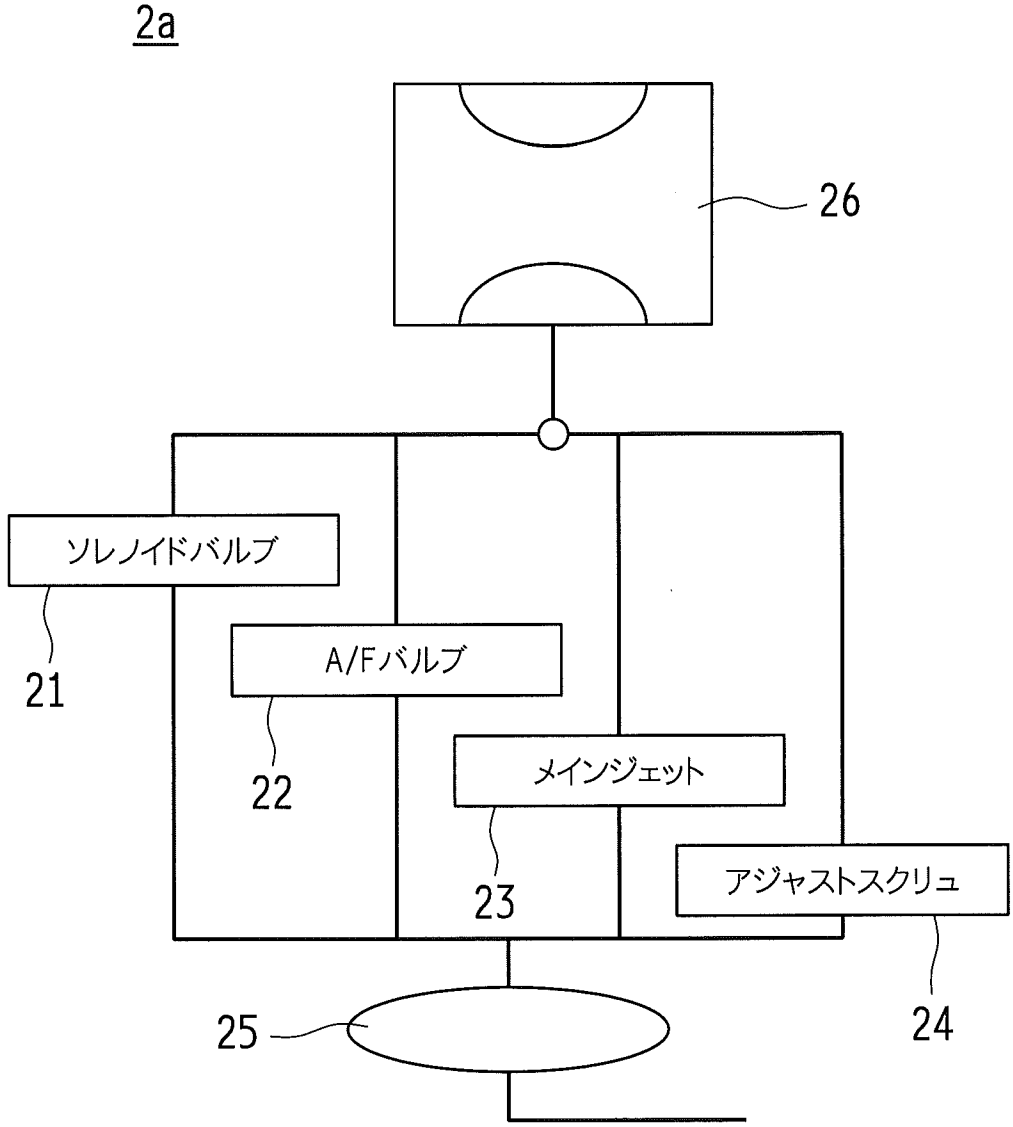
[請求項10] 排気路の触媒上流側に全領域空燃比センサが設けられ、

制御部は、全領域空燃比センサによって測定した空燃比に基づいてパータベーション制御を行うとともに、この際測定される空燃比の振れ幅からガスカロリーを推定して空燃比制御パラメータの値を調整する請求項１ないし９の何れか一に記載のガスエンジン。

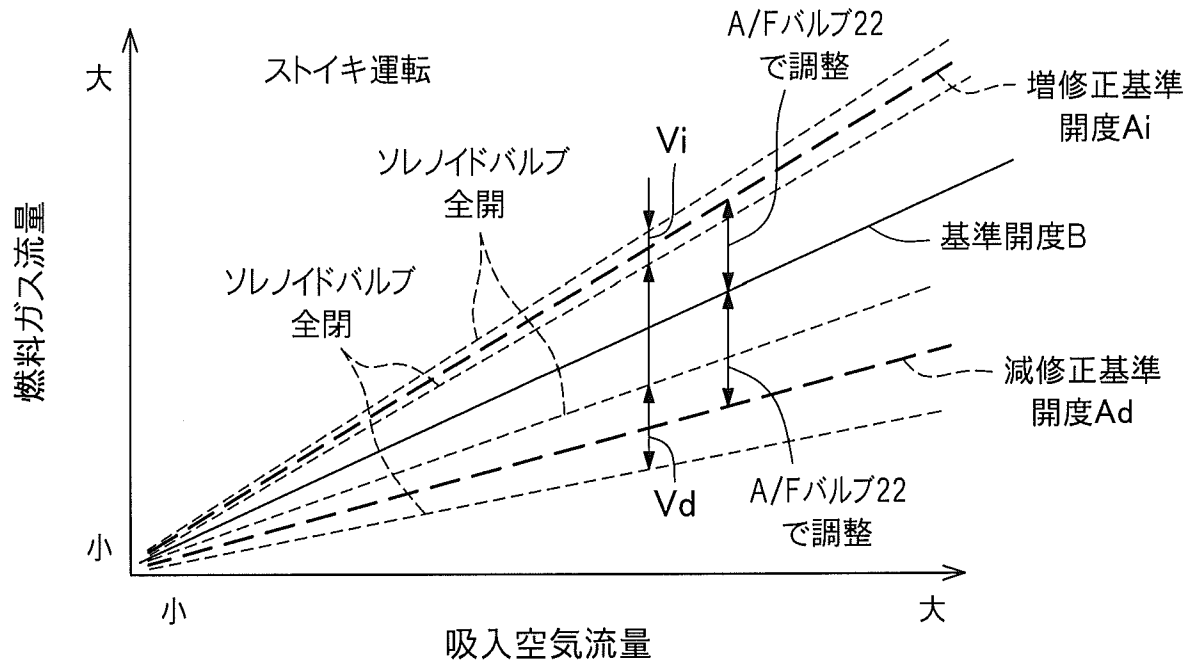
[図1]



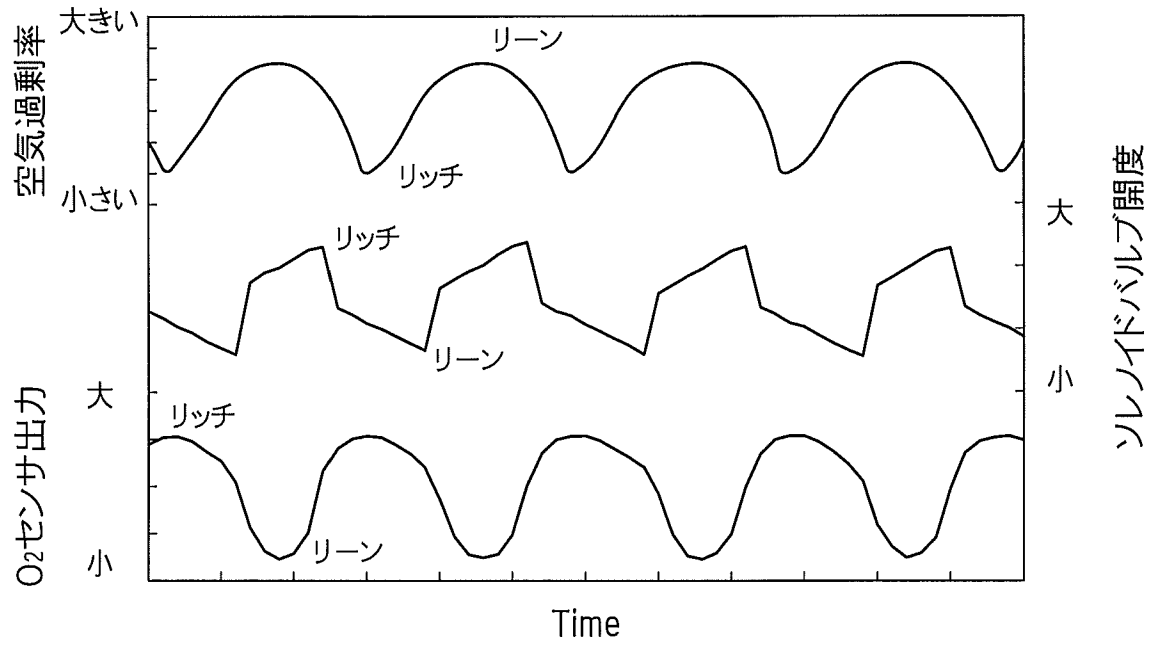
[図2]


2a
26
ソレノイドバルブ
21
A/Fバルブ
22
メインジェット
23
アジャストスクリュ
24
25

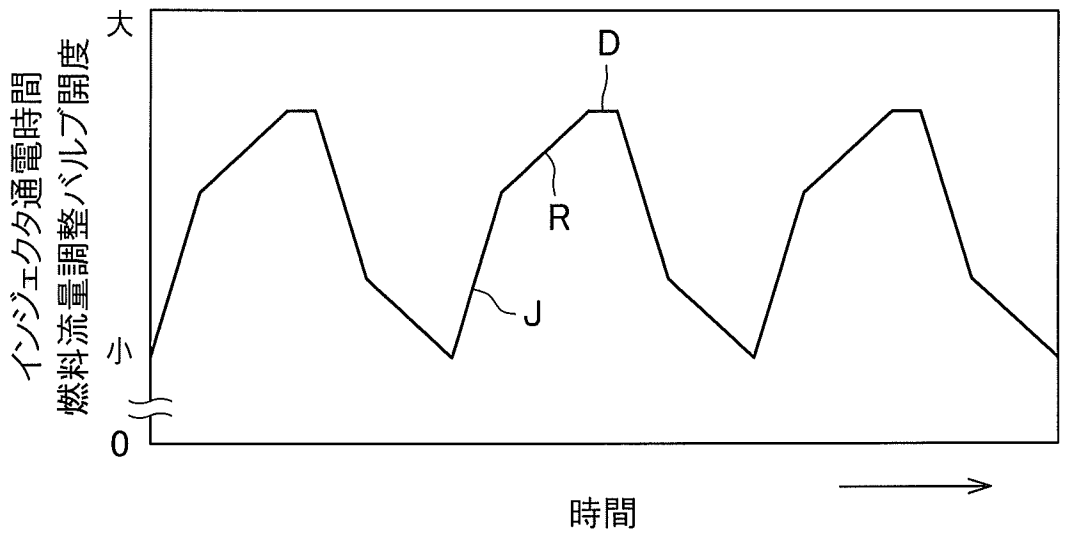
[図3]


大
ストイキ運転
A/Fバルブ22
で調整
増修正基準
開度Ai
Vi
ソレノイドバルブ
全開
基準開度B
ソレノイドバルブ
全閉
減修正基準
開度Ad
Vd
A/Fバルブ22
で調整
燃料ガス流量
小
小
大
吸入空気流量

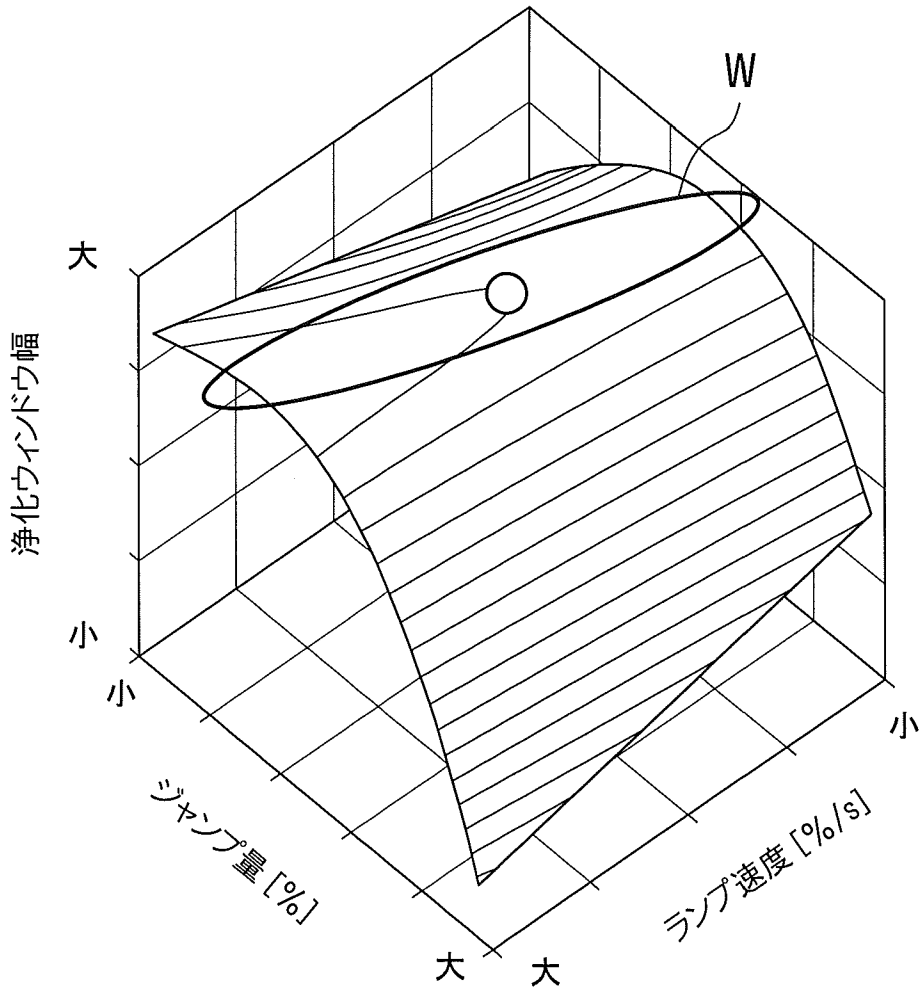
[図4]


空気過剰率
大きい
小さい
リーン
リッチ
リッチ
リーン
O2センサ出力
大
小
リッチ
リーン
大
小
ソレノイドバルブ開度
Time

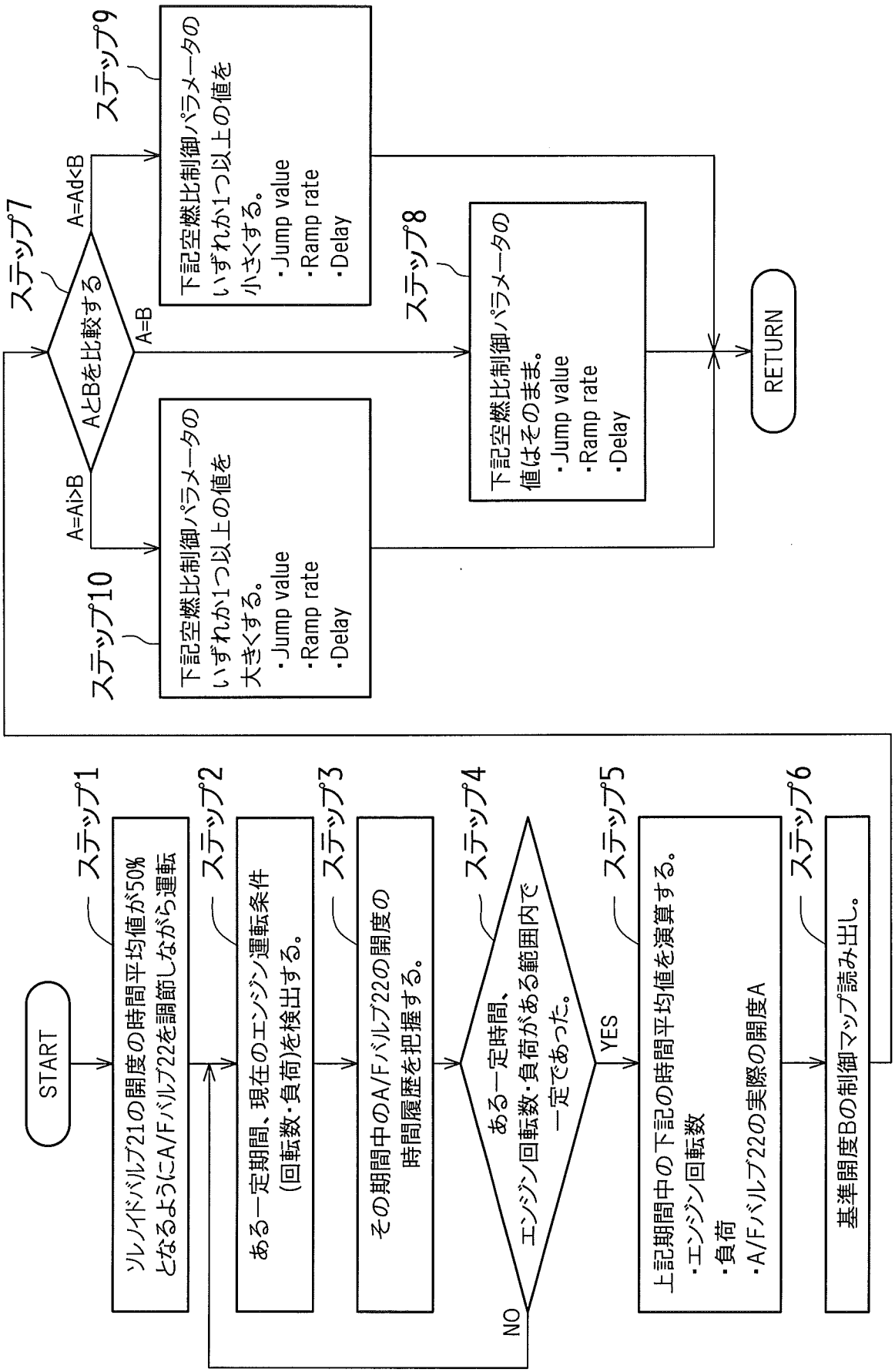
[図5]


インジェクタ通電時間
燃料流量調整バルブ開度
大
小
0
D
R
J
時間

[図6]

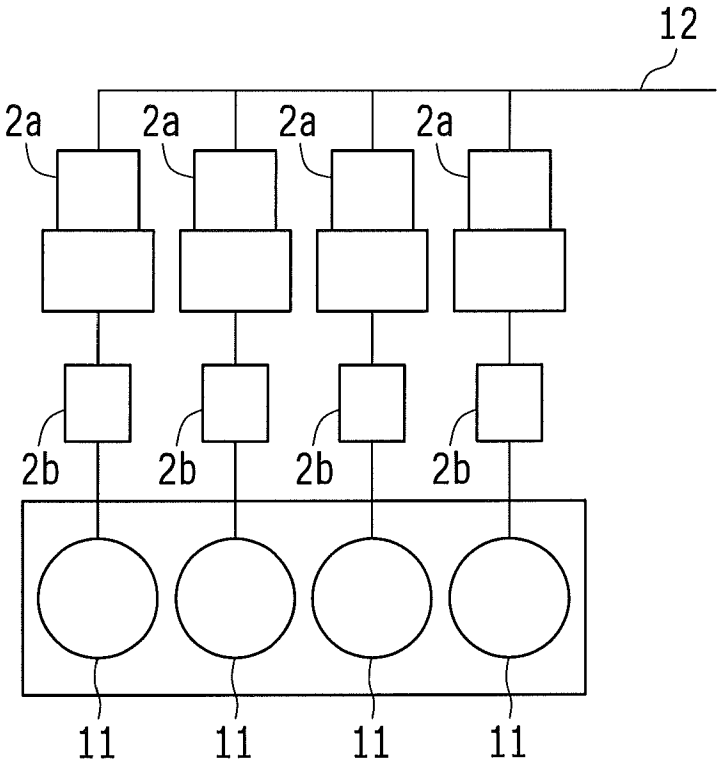


[図7]

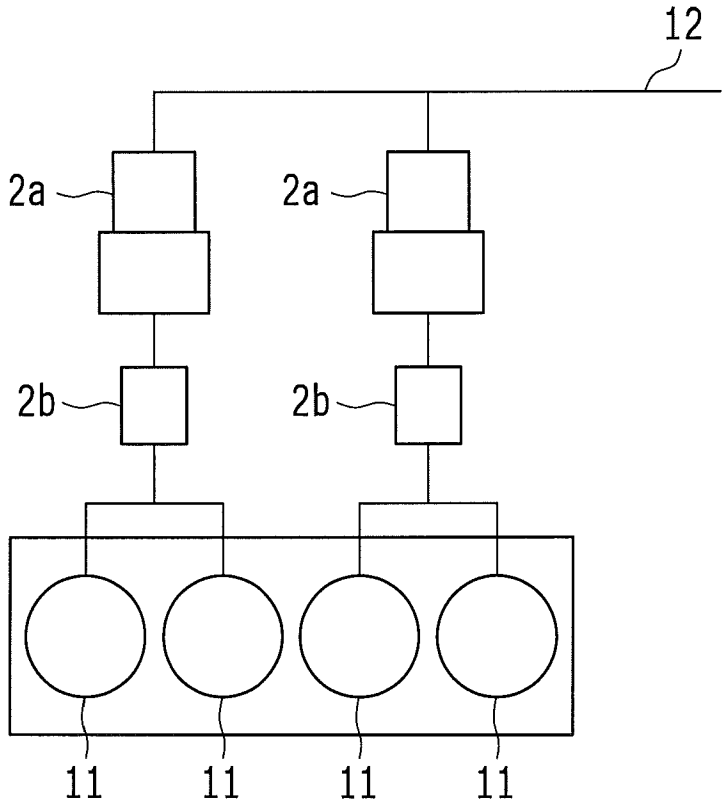

START
ステップ1
ソレノイドバルブ21の開度の時間平均値が50%となるようにA/Fバルブ22を調節しながら運転
ステップ2
ある一定期間、現在のエンジン運転条件(回転数・負荷)を検出する。
ステップ3
その期間中のA/Fバルブ22の開度の時間履歴を把握する。
ステップ4
ある一定時間、エンジン回転数・負荷がある範囲内で一定であった。
NO
YES
ステップ5
上記期間中の下記の時間平均値を演算する。
・エンジン回転数
・負荷
・A/Fバルブ22の実際の開度A
ステップ6
基準開度Bの制御マップ読み出し。
ステップ7
AとBを比較する
A=Ai>B
A=B
A=Ad<B
ステップ8
下記空燃比制御パラメータの値はそのまま。
・Jump value
・Ramp rate
・Delay
ステップ9
下記空燃比制御パラメータのいずれか1つ以上の値を小さくする。
・Jump value
・Ramp rate
・Delay
ステップ10
下記空燃比制御パラメータのいずれか1つ以上の値を大きくする。
・Jump value
・Ramp rate
・Delay
RETURN

[図8]

(a)

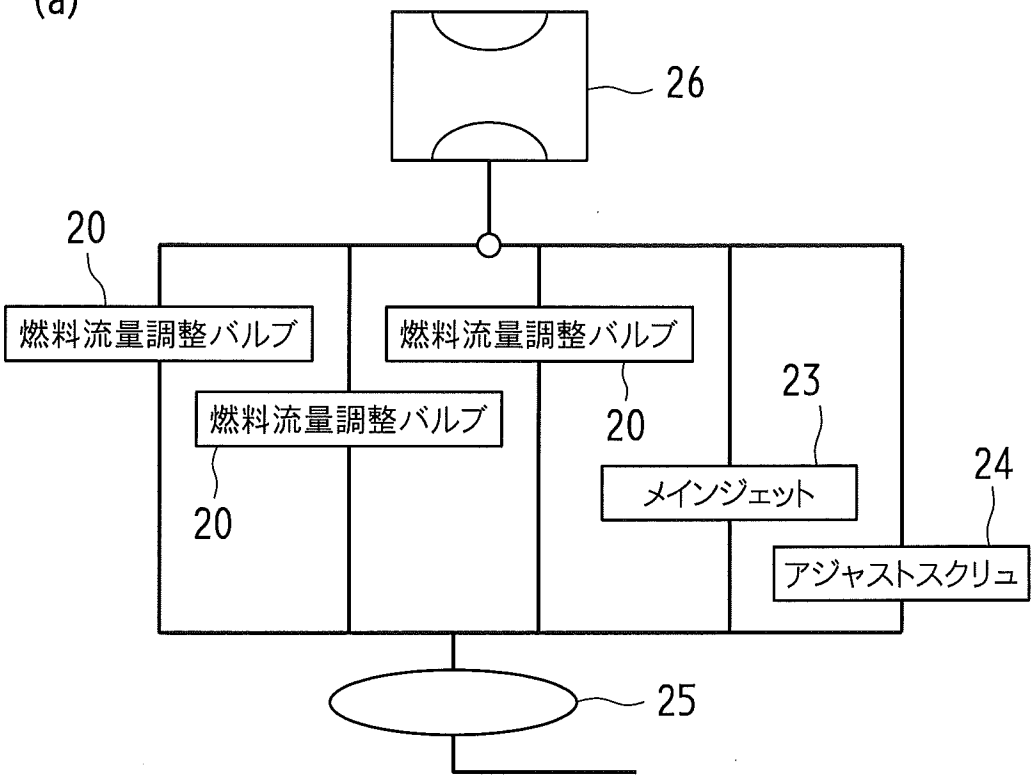


(b)

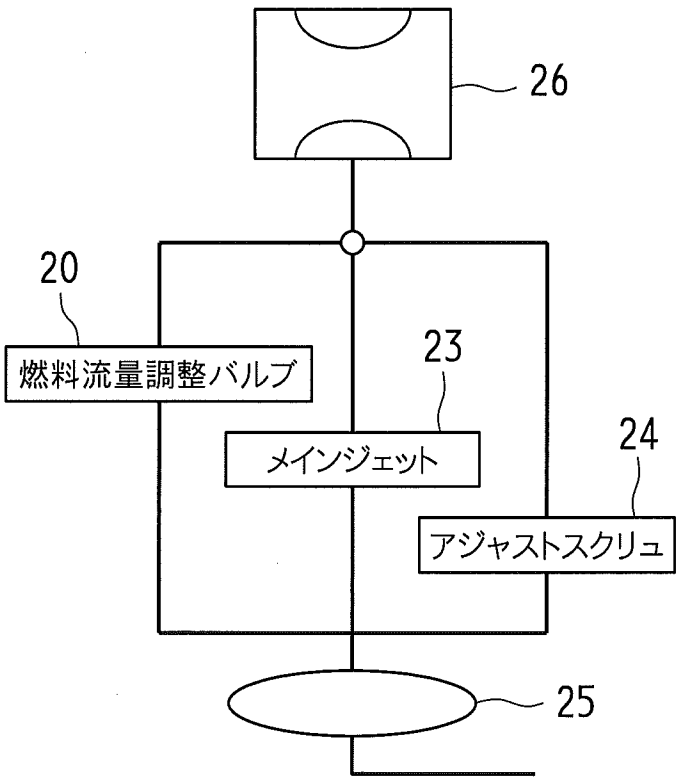


[図9]

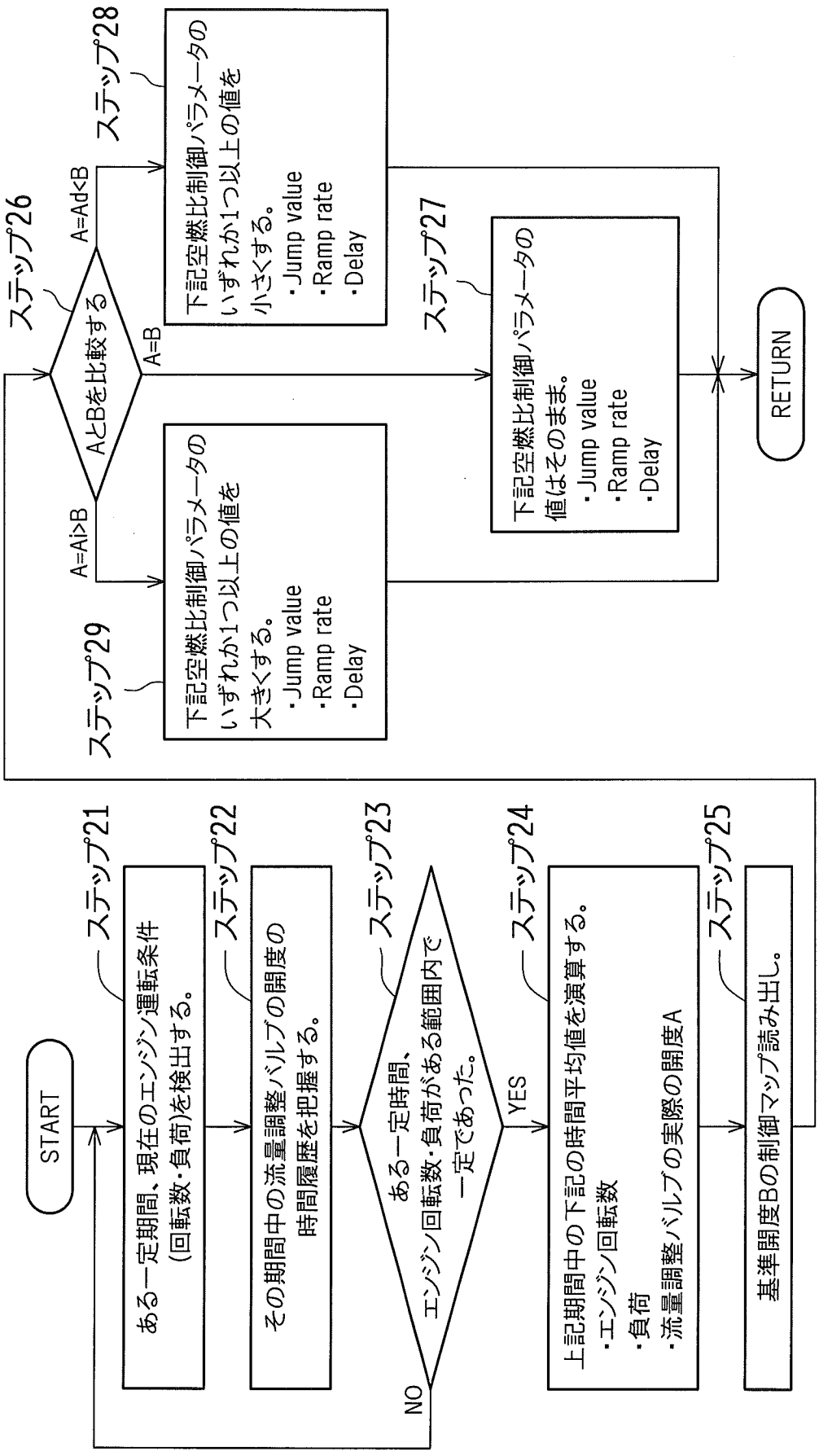
(a)


26
20
燃料流量調整バルブ
燃料流量調整バルブ
燃料流量調整バルブ
20
20
23
メインジェット
24
アジャストスクリュ
25

(b)

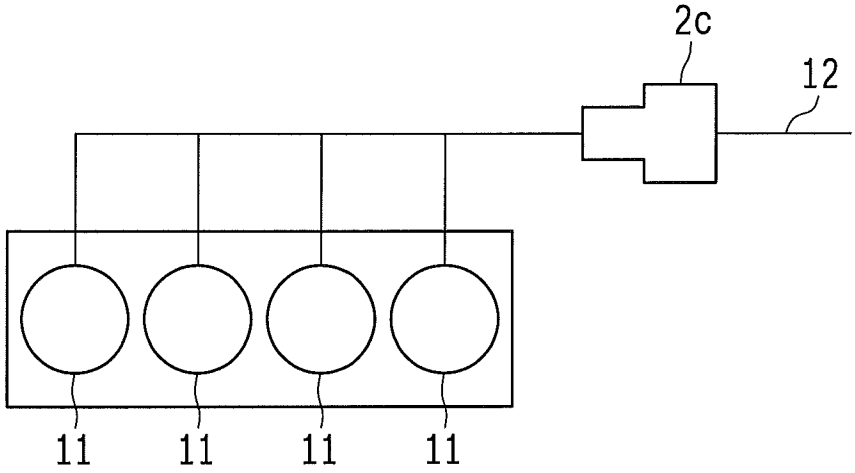

26
20
燃料流量調整バルブ
23
メインジェット
24
アジャストスクリュ
25

[図10]

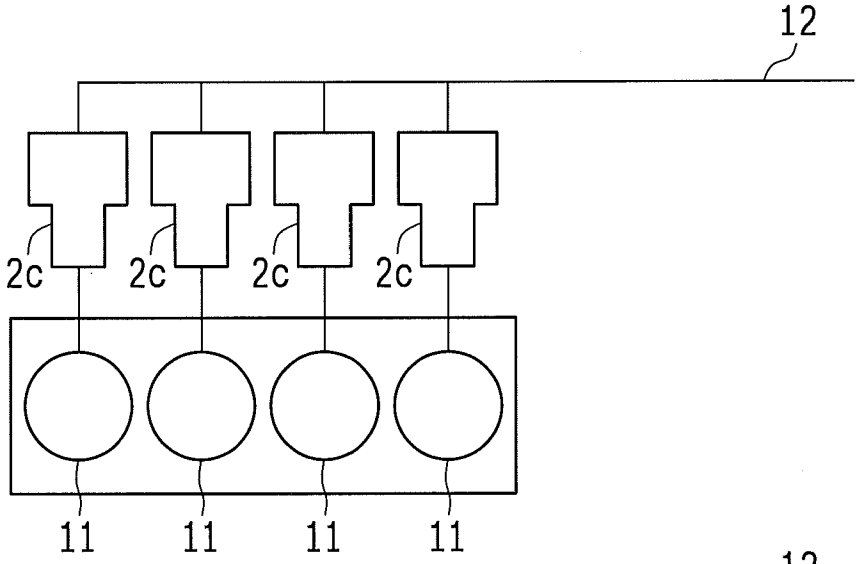

START
ステップ21
ある一定期間、現在のエンジン運転条件
(回転数・負荷)を検出する。
ステップ22
その期間中の流量調整バルブの開度の
時間履歴を把握する。
ステップ23
ある一定時間、
エンジン回転数・負荷がある範囲内で
一定であった。
NO
YES
ステップ24
上記期間中の下記の時間平均値を演算する。
・エンジン回転数
・負荷
・流量調整バルブの実際の開度A
ステップ25
基準開度Bの制御マップ読み出し。
ステップ26
AとBを比較する
A=Ai>B
A=B
A=Ad<B
ステップ27
下記空燃比制御パラメータの
値はそのまま。
・Jump value
・Ramp rate
・Delay
ステップ28
下記空燃比制御パラメータの
いずれか1つ以上の値を
小さくする。
・Jump value
・Ramp rate
・Delay
ステップ29
下記空燃比制御パラメータの
いずれか1つ以上の値を
大きくする。
・Jump value
・Ramp rate
・Delay
RETURN

[図11]

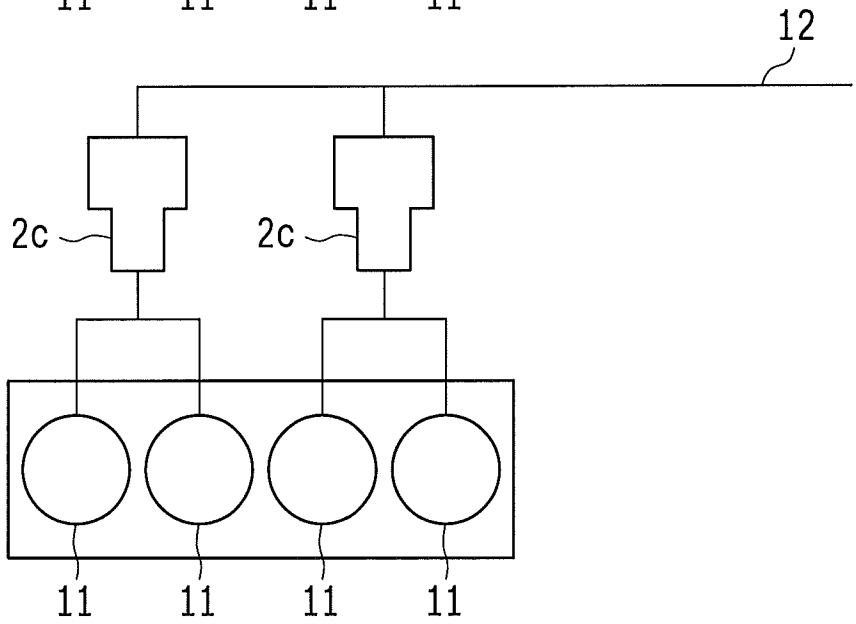
(a)



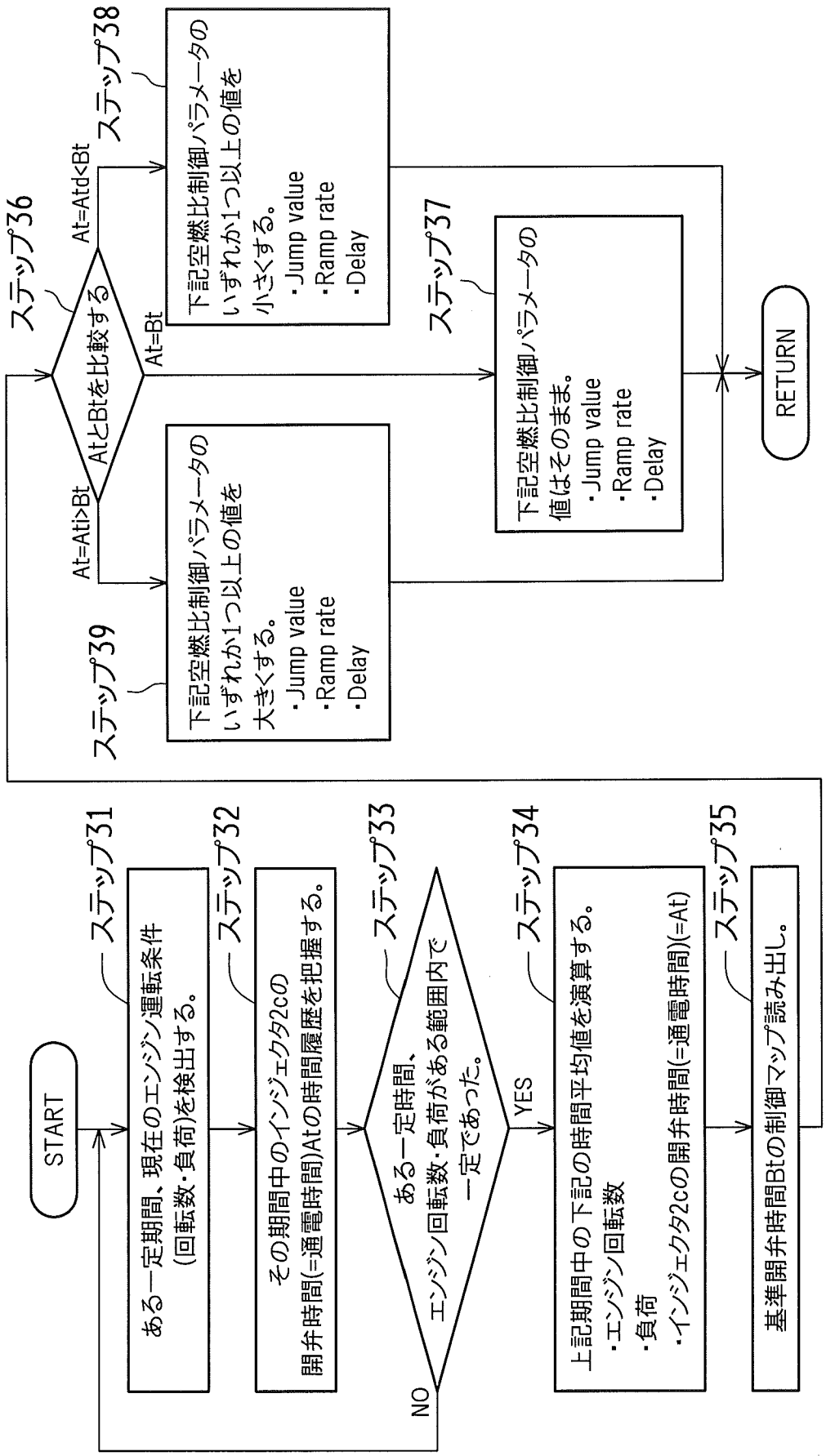
(b)



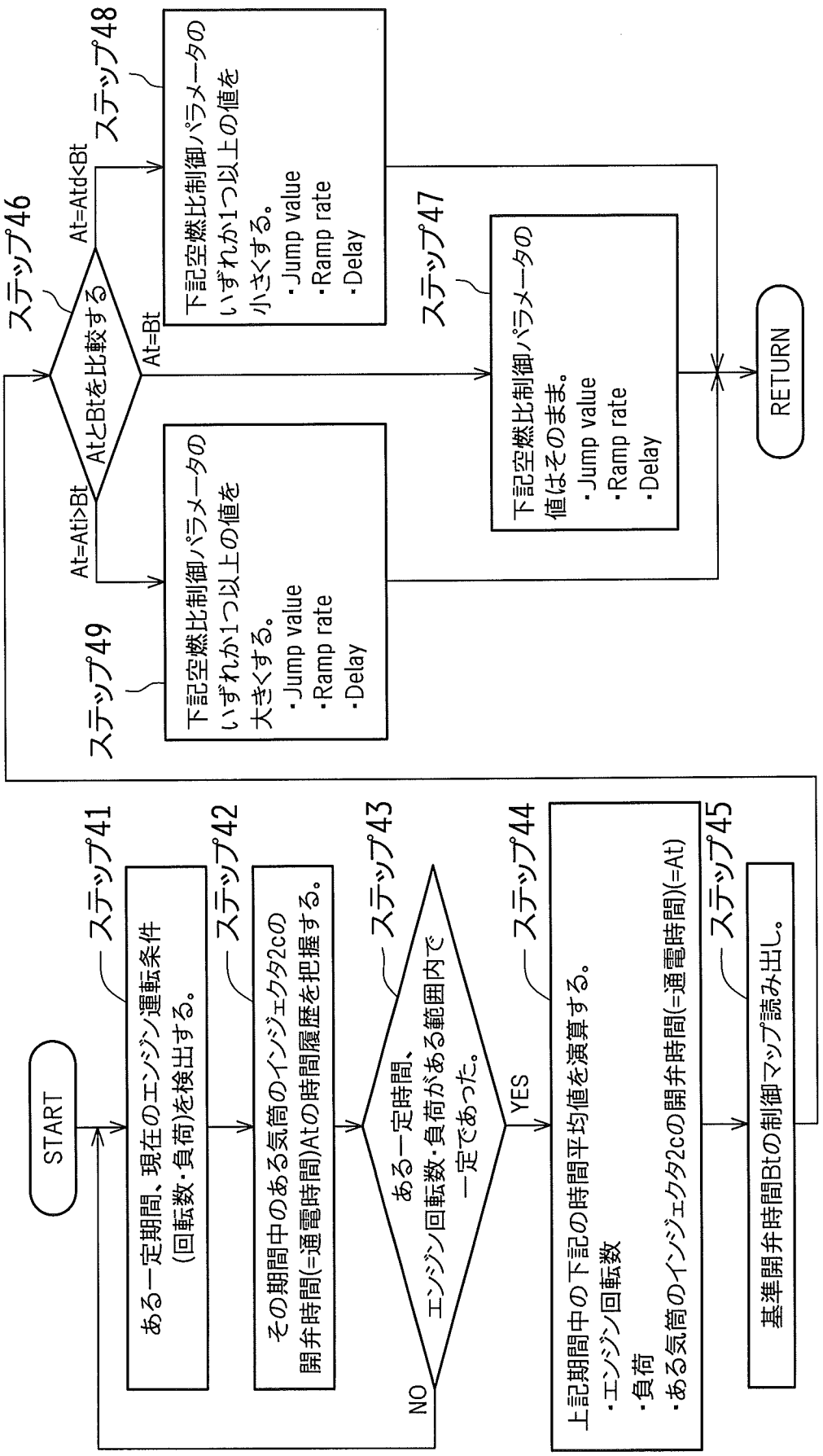
(c)



[図12]


START
ステップ31
ある一定期間、現在のエンジン運転条件
(回転数・負荷)を検出する。
ステップ32
その期間中のインジェクタ2cの
開弁時間(=通電時間)Atの時間履歴を把握する。
ステップ33
ある一定時間、
エンジン回転数・負荷がある範囲内で
一定であった。
NO
YES
ステップ34
上記期間中の下記の時間平均値を演算する。
・エンジン回転数
・負荷
・インジェクタ2cの開弁時間(=通電時間)(=At)
ステップ35
基準開弁時間Btの制御マップ読み出し。
ステップ36
AtとBtを比較する
At=Ati>Bt
At=Atd<Bt
At=Bt
ステップ37
下記空燃比制御パラメータの
値はそのまま。
・Jump value
・Ramp rate
・Delay
ステップ38
下記空燃比制御パラメータの
いずれか1つ以上の値を
小さくする。
・Jump value
・Ramp rate
・Delay
ステップ39
下記空燃比制御パラメータの
いずれか1つ以上の値を
大きくする。
・Jump value
・Ramp rate
・Delay
RETURN

[図13]


START
ステップ41
ある一定期間、現在のエンジン運転条件
(回転数・負荷)を検出する。
ステップ42
その期間中のある気筒のインジェクタ2cの
開弁時間(=通電時間)Atの時間履歴を把握する。
ステップ43
ある一定時間、
エンジン回転数・負荷がある範囲内で
一定であった。
NO
YES
ステップ44
上記期間中の下記の時間平均値を演算する。
・エンジン回転数
・負荷
・ある気筒のインジェクタ2cの開弁時間(=通電時間)(=At)
ステップ45
基準開弁時間Btの制御マップ読み出し。
ステップ46
AtとBtを比較する
At=Ati>Bt
At=Bt
At=Atd<Bt
ステップ47
下記空燃比制御パラメータの
値はそのまま。
・Jump value
・Ramp rate
・Delay
ステップ48
下記空燃比制御パラメータの
いずれか1つ以上の値を
小さくする。
・Jump value
・Ramp rate
・Delay
ステップ49
下記空燃比制御パラメータの
いずれか1つ以上の値を
大きくする。
・Jump value
・Ramp rate
・Delay
RETURN

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/078992

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F02D19/02(2006.01)i, *F02D41/02*(2006.01)i, *F02D41/14*(2006.01)i, *F02D45/00*(2006.01)i, *F02M21/02*(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)
F02D19/02, F02D41/02, F02D41/14, F02D45/00, F02M21/02

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 1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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.
Y A	JP 2012-154276 A (Honda Motor Co., Ltd.), 16 August 2012 (16.08.2012), paragraphs [0043], [0065] & US 2012/0197514 A1 & EP 2481906 A1	1-4,7-9 5-6,10
Y A	JP 2007-332820 A (Toyota Motor Corp.), 27 December 2007 (27.12.2007), claims 1, 5 & US 2009/0287396 A1 & EP 2029871 A & WO 2007/144745 A1 & CN 101466932 A	1-4,7-9 5-6,10

☐ 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
20 November, 2013 (20.11.13)	03 December, 2013 (03.12.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０７８９９２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F02D19/02(2006.01)i, F02D41/02(2006.01)i, F02D41/14(2006.01)i, F02D45/00(2006.01)i, F02M21/02(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.　F02D19/02, F02D41/02, F02D41/14, F02D45/00, F02M21/02

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	１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１３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
Y A	JP 2012-154276 A（本田技研工業株式会社）2012.08.16, [0043][0065] & US 2012/0197514 A1 & EP 2481906 A1	1-4,7-9 5-6,10
Y A	JP 2007-332820 A（トヨタ自動車株式会社）2007.12.27, [請求項１][請求項５] & US 2009/0287396 A1 & EP 2029871 A & WO 2007/144745 A1 & CN 101466932 A	1-4,7-9 5-6,10

☐　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
２０．１１．２０１３	０３．１２．２０１３

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　９４２１
小川　恭司
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５５