

(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2009-228574

(P2009-228574A)

(43) 公開日 平成21年10月8日(2009.10.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2D 41/04 (2006.01)	FO2D 41/04 325J	3G092
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00 364D	3G301
FO2D 19/02 (2006.01)	FO2D 45/00 362H	3G384
FO2M 21/02 (2006.01)	FO2D 45/00 322C	
FO2D 41/14 (2006.01)	FO2D 19/02 D	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-75785 (P2008-75785)
 (22) 出願日 平成20年3月24日 (2008. 3. 24)

(71) 出願人 000006781
 ヤンマー株式会社
 大阪府大阪市北区茶屋町1番32号
 (74) 代理人 100080621
 弁理士 矢野 寿一郎
 (72) 発明者 米倉 真吾
 大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤン
 マー株式会社内
 (72) 発明者 中村 哉
 大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤン
 マー株式会社内
 (72) 発明者 谷原 志郎
 大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤン
 マー株式会社内

最終頁に続く

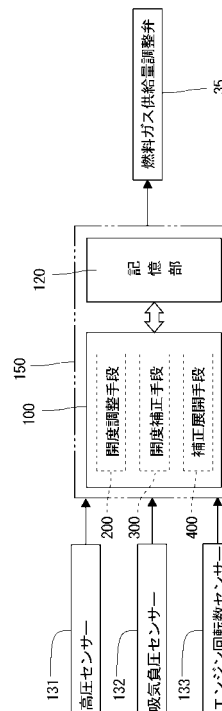
(54) 【発明の名称】 ガスエンジン制御装置

(57) 【要約】

【課題】燃料ガス供給量調整弁の開度補正において、エンジン運転領域毎の空燃比特性に基づいて開度補正値を算出し、開度補正精度を向上する。

【解決手段】実燃焼変動値PIVをエンジン負荷Lに基づく目標燃焼変動値PIVmに収束するように燃料ガス供給量調整弁35の開度GVMを調整する開度調整手段200と、所定時期t_intにおいて、前記燃料ガス供給量調整弁35の開度GVMを強制的に増加又は減少させ、前記目標燃焼変動値PIVmへの収束過程における前記開度GVMの極大値及び極小値に基づいて、開度補正値GVM_rvを算出する開度補正手段300と、を備えるガスエンジン制御装置1において、エンジン運転領域毎による空燃比特性に基づく補正係数を定格補正係数とし、前記開度補正値GVMに対し前記定格補正係数を乗じてエンジン運転領域毎に展開する補正展開手段400を備える。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エンジン負荷を検出するエンジン負荷検出手段と、
 エンジン回転数を検出するエンジン回転数検出手段と、
 吸気経路へ合流する燃料ガス供給経路に設けられ、該吸気経路への燃料ガス供給量を調整する燃料ガス供給量調整手段と、

1 燃焼サイクルにおける各気筒の燃焼行程での瞬時エンジン回転数とエンジン回転数とのエンジン回転数差に基づく燃焼変動値を、前記エンジン負荷に基づく目標燃焼変動値に収束するように前記燃料ガス供給量調整手段を調整する開度調整手段と、

所定時期において、前記燃料ガス供給量調整手段の開度を強制的に増加又は減少させ、前記目標燃焼変動値への収束過程における前記開度の極大値及び極小値に基づいて、開度補正値を算出する開度補正手段と、

を有するガスエンジン制御装置において、

エンジン運転領域毎による空燃比特性にに基づく補正係数を定格補正係数とし、前記開度補正値に対し該定格補正係数を乗じてエンジン運転領域毎に展開する補正展開手段を備えることを特徴とするガスエンジン制御装置。

10

【請求項 2】

エンジン負荷を検出するエンジン負荷検出手段と、
 エンジン回転数を検出するエンジン回転数検出手段と、
 吸気経路へ合流する燃料ガス供給経路に設けられ、該吸気経路への燃料ガス供給量を調整する燃料ガス供給量調整手段と、

1 燃焼サイクルにおける各気筒の燃焼行程での瞬時エンジン回転数とエンジン回転数とのエンジン回転数差に基づく燃焼変動値を、前記エンジン負荷に基づく目標燃焼変動値に収束するように前記燃料ガス供給量調整手段を調整する開度調整手段と、

所定時期において、前記燃料ガス供給量調整手段の開度を強制的に増加又は減少させ、前記目標燃焼変動値への収束過程における前記開度の極大値及び極小値に基づいて、開度補正値を算出する開度補正手段と、

を有するガスエンジン制御装置において、

エンジン運転領域毎及び前記吸気経路の経年劣化による空燃比特性にに基づく補正係数を経時補正係数とし、前記開度補正値に対し該経時補正係数を乗じてエンジン運転領域毎に展開する補正展開手段を備えることを特徴とするガスエンジン制御装置。

20

30

【請求項 3】

エンジン負荷を検出するエンジン負荷検出手段と、
 エンジン回転数を検出するエンジン回転数検出手段と、
 吸気経路へ合流する燃料ガス供給経路に設けられ、該吸気経路への燃料ガス供給量を調整する燃料ガス供給量調整手段と、

1 燃焼サイクルにおける各気筒の燃焼行程での瞬時エンジン回転数とエンジン回転数とのエンジン回転数差に基づく燃焼変動値を、前記エンジン負荷に基づく目標燃焼変動値に収束するように前記燃料ガス供給量調整手段を調整する開度調整手段と、

所定時期において、前記燃料ガス供給量調整手段の開度を強制的に増加又は減少させ、前記目標燃焼変動値への収束過程における前記開度の極大値及び極小値に基づいて、開度補正値を算出する開度補正手段と、

を有するガスエンジン制御装置において、

エンジン運転領域毎による空燃比特性にに基づく補正係数を定格補正係数とし、エンジン運転領域毎及び前記吸気経路の経年劣化による空燃比特性にに基づく補正係数を経時補正係数とし、前記開度補正値に対し、所定補正回数未満までは前記定格補正係数を乗じ、該所定補正回数以降は前記経時補正係数を乗じてエンジン運転領域毎に展開する補正展開手段を備えることを特徴とするガスエンジン制御装置。

40

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 記載のガスエンジン制御装置において、

50

前記吸気経路に設けられ、該吸気経路の吸気負圧を検出する吸気負圧検出手段を備え、前記経時補正係数は、前記吸気負圧に基づいて算出されることを特徴とするガスエンジン制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガスエンジン制御装置、詳しくは吸気経路へ合流する燃料ガス供給経路に設けられる燃料ガス供給量調整手段のNOx低減のための開度補正制御の技術に関する。

【背景技術】

【0002】

10

従来、ガスエンジンは、空気と燃料ガスとの混合気を燃焼室に供給するエンジンとして公知である。また、ガスエンジンの空燃比を希薄限界に制御することによって、NOx低減化を実現する希薄燃焼制御も公知である。燃料ガス供給量調整弁は、空燃比を制御するため、燃料ガス供給経路に設けられる燃料ガス供給量調整手段である。例えば、特許文献1は、ガスエンジン制御装置において、燃焼変動値のばらつきを目標燃料変動値に収束するように燃料ガス供給量調整弁の開度を調整する希薄燃焼制御方法を開示している。

【0003】

ガスエンジンの吸気経路は、例えばエアクリナーの目詰まり等の経年劣化によって、吸気流量が低下する。そのため、燃料ガス供給量調整弁は、吸気流量の低下に伴う燃料ガス供給量の開度補正を行う必要がある。

20

そこで、発明者らは、所定期間において、燃料ガス供給量調整弁の開度を強制的に増加又は減少させ、目標燃焼変動値への収束過程における開度の極大値及び極小値に基づいて、開度補正值を算出する開度補正を行っていた。

【特許文献1】特開11-200915号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、上述した開度補正は、所定のエンジン運転領域（エンジン回転数及びエンジン負荷）において行われるものである。

ここで、空燃比特性は、エンジン運転領域毎によって異なるため、開度補正が行われた代表点以外のエンジン運転領域では、空燃比の制御精度が劣る場合が生じる。

30

そこで、解決しようとする課題は、燃料ガス供給量調整弁の開度補正において、エンジン運転領域毎による空燃比特性に基づいて、開度補正值をエンジン運転領域毎に展開し、開度補正精度を向上することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の解決しようとする課題は以上の如くであり、次にこの課題を解決するための手段を説明する。

【0006】

すなわち、請求項1においては、エンジン負荷を検出するエンジン負荷検出手段と、エンジン回転数を検出するエンジン回転数検出手段と、吸気経路へ合流する燃料ガス供給経路に設けられ、該吸気経路への燃料ガス供給量を調整する燃料ガス供給量調整手段と、1燃焼サイクルにおける各気筒の燃焼行程での瞬時エンジン回転数とエンジン回転数とのエンジン回転数差に基づく燃焼変動値を、前記エンジン負荷に基づく目標燃焼変動値に収束するように前記燃料ガス供給量調整手段を調整する開度調整手段と、所定期間において、前記燃料ガス供給量調整手段の開度を強制的に増加又は減少させ、前記目標燃焼変動値への収束過程における前記開度の極大値及び極小値に基づいて、開度補正值を算出する開度補正手段と、を有するガスエンジン制御装置において、エンジン運転領域毎による空燃比特性に基づく補正係数を定格補正係数とし、前記開度補正值に対し該定格補正係数を乗じてエンジン運転領域毎に展開する補正展開手段を備えるものである。

40

50

【0007】

請求項2においては、エンジン負荷を検出するエンジン負荷検出手段と、エンジン回転数を検出するエンジン回転数検出手段と、吸気経路へ合流する燃料ガス供給経路に設けられ、該吸気経路への燃料ガス供給量を調整する燃料ガス供給量調整手段と、1燃焼サイクルにおける各気筒の燃焼行程での瞬時エンジン回転数とエンジン回転数とのエンジン回転数差に基づく燃焼変動値を、前記エンジン負荷に基づく目標燃焼変動値に収束するように前記燃料ガス供給量調整手段を調整する開度調整手段と、所定期間において、前記燃料ガス供給量調整手段の開度を強制的に増加又は減少させ、前記目標燃焼変動値への収束過程における前記開度の極大値及び極小値に基づいて、開度補正値を算出する開度補正手段と、を有するガスエンジン制御装置において、エンジン運転領域毎及び前記吸気経路の経年劣化による空燃比特性にに基づく補正係数を経時補正係数とし、前記開度補正値に対し該経時補正係数を乗じてエンジン運転領域毎に展開する補正展開手段を備えるものである。

10

【0008】

請求項3においては、エンジン負荷を検出するエンジン負荷検出手段と、エンジン回転数を検出するエンジン回転数検出手段と、吸気経路へ合流する燃料ガス供給経路に設けられ、該吸気経路への燃料ガス供給量を調整する燃料ガス供給量調整手段と、1燃焼サイクルにおける各気筒の燃焼行程での瞬時エンジン回転数とエンジン回転数とのエンジン回転数差に基づく燃焼変動値を、前記エンジン負荷に基づく目標燃焼変動値に収束するように前記燃料ガス供給量調整手段を調整する開度調整手段と、所定期間において、前記燃料ガス供給量調整手段の開度を強制的に増加又は減少させ、前記目標燃焼変動値への収束過程における前記開度の極大値及び極小値に基づいて、開度補正値を算出する開度補正手段と、を有するガスエンジン制御装置において、エンジン運転領域毎による空燃比特性にに基づく補正係数を定格補正係数とし、エンジン運転領域毎及び前記吸気経路の経年劣化による空燃比特性にに基づく補正係数を経時補正係数とし、前記開度補正値に対し、所定補正回数未滿までは前記定格補正係数を乗じ、該所定補正回数以降は前記経時補正係数を乗じてエンジン運転領域毎に展開する補正展開手段を備えるものである。

20

【0009】

請求項4においては、請求項2又は3記載のガスエンジン制御装置において、前記吸気経路に設けられ、該吸気経路の吸気負圧を検出する吸気負圧検出手段を備え、前記経時補正係数は、前記吸気負圧に基づいて算出されるものである。

30

【発明の効果】

【0010】

本発明の効果として、以下に示すような効果を奏する。

【0011】

請求項1においては、エンジン運転領域毎による空燃比特性にに基づいて、開度補正値をエンジン運転領域毎に展開するため、燃料ガス供給量調整弁の開度補正精度を向上することができる。

【0012】

請求項2においては、エンジン運転領域毎及び吸気経路の経年劣化による空燃比特性にに基づいて、開度補正値をエンジン運転領域毎に展開するため、燃料ガス供給量調整弁の開度補正精度を向上することができる。

40

【0013】

請求項3においては、ガスエンジンの使用経過に応じて補正係数を使い分けるため、燃料ガス供給量調整弁の開度補正精度を向上することができる。

【0014】

請求項4においては、吸気経路の経年劣化に伴う空気流量低下を実測できるため、燃料ガス供給量調整弁の開度補正精度を向上することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

次に、発明の実施の形態を説明する。

50

図 1 は本発明の実施例に係るガスエンジン制御装置及びガスエンジンの構成を示す構成図、図 2 は同じくガスエンジン制御装置の構成を示すブロック図、図 3 は同じく P I V マップを示すグラフ図である。

図 4 は同じく開度調整制御を示すブロック図、図 5 は同じく開度補正制御を示すフロー図、図 6 は同じく開度補正制御の時系列変化を示すチャート図である。

図 7 は定格補正マップを示すグラフ図、図 8 はエンジン出力と空燃比特性とエアクリナーの経年劣化との相関を示すグラフ図、図 9 は経時補正マップを示すグラフ図である。

図 10 は吸気負圧マップを示すテーブル図である。

【0016】

まず、図 1 を用いて、本発明のガスエンジン制御装置 1 の制御対象であるエンジン 2 について、簡単に説明する。

本実施例において、エンジン 2 は、エンジン駆動式ヒートポンプに搭載されるものとする。

本実施例のエンジン 2 は、天然ガス等の気体状の燃料を用いる 3 気筒のガスエンジンであって、図示される気筒を含めて 3 つの気筒を備えている。

エンジン 2 は、吸気経路、燃料ガス供給経路、エンジン本体、排気経路を備えて構成されている。

吸気経路は、外部から取り込む空気と燃料とを後述するミキサ 3 により混合して生成した混合ガスを供給する吸気配管 1 1 及び空気中に含まれる塵埃等を除去するエアクリナー 1 2 によって構成されている。

エンジン本体は、混合ガスを燃焼させるための空間である燃焼室 2 1 a、シリンダヘッド 2 1 において開閉動作を行うことにより吸気配管 1 1 と燃焼室 2 1 a とを連通又は遮断する吸気バルブ 2 3、燃焼室 2 1 a に供給された混合ガスを燃焼させるために火花を発生する点火プラグ 2 2、燃焼室 2 1 a に供給された混合ガスが燃焼し、膨張することにより上下方向に摺動するピストン 2 5、ピストン 2 5 の往復運動により回転運動するクランク軸 2 6、並びにシリンダヘッド 2 1 において開閉動作を行うことにより排気配管 1 3 と燃焼室 2 1 a とを連通または遮断する排気バルブ 2 4、を備えて構成されている。

排気経路は、燃焼室 2 1 a で混合ガスが燃焼することにより生成する排気ガスをエンジン 2 の外部に排出する排気配管 1 3 によって構成されている。

【0017】

燃料ガス供給経路としてのミキサ 3 は、燃料ガスを吸気配管 1 1 の内部に供給する第一燃料供給配管 3 1、第一燃料供給配管 3 1 から燃料ガスの一時的増量を行う開閉式燃料弁 3 2、開閉式燃料弁 3 2 をバイパスして第一燃料供給配管 3 1 に接続する第二燃料供給配管 3 4、第二燃料供給配管 3 4 を通過する燃料ガス量すなわち混合ガスに含まれる燃料ガス量を調整する燃料ガス供給量調整手段としての燃料ガス供給量調整弁 3 5、第一燃料供給配管 3 1 内の燃料ガスと吸気空気との間に差圧を生じさせ、該燃料ガスを第一燃料供給配管 3 1 から吸気配管 1 1 に供給するベンチュリ 3 3、並びに混合ガスの供給量を調整するスロットル弁 3 6、を備えて構成されている。なお、開閉式燃料弁 3 2 は、燃料ガスを一時的に増量する制御を組み込まない場合には省略される。

【0018】

次に、図 1 及び図 2 を用いて、ガスエンジン制御装置 1 について、詳細に説明する。

図 1 及び図 2 に示すように、ガスエンジン制御装置 1 は、主に燃料ガス供給量調整弁 3 5、エンジン回転数センサー 1 3 2、高圧センサー 1 3 1、吸気負圧センサー 1 3 3、各種演算を行う Electronic Control Unit (以下 ECU と称する) 1 5 0 等を含んで構成されている。

エンジン回転数検出手段としてのエンジン回転数センサー 1 3 2 は、クランク軸 2 6 と同期回転する歯車の所定角度毎のパルス信号を計測可能なセンサーである。本発明においては、1 燃料サイクル(クランク軸 2 6 の 2 回転)相当のパルス数計測時間に基づいてエンジン回転数 N を算出している。一方で、気筒毎の燃焼行程相当のパルス数計測時間に基づいて当該気筒の瞬時エンジン回転数 n_1 、 n_2 、 n_3 を算出している。

10

20

30

40

50

エンジン負荷検出手段としての高圧センサー 131 は、エンジン駆動式ヒートポンプの圧縮機の吐出圧力（高圧圧力 HP）を検出する。そして、図示しない圧縮機による冷媒の断熱圧縮仕事を算出する。エンジン負荷検出手段としては、その他にエンジン冷却水温度やエンジン潤滑油温度、圧力を検出して、これらと負荷との相関関係から算出して良い。

吸気負圧検出手段としての吸気負圧センサー 133 は、吸気経路においてエアクリナー 12 からベンチュリ 33 までの間に設けられ、吸気経路の吸気負圧 P を検出するセンサーである。

ECU 150 は、後述する開度調整手段 200、開度補正手段 300、及び補正展開手段 400 としての機能を有するコントローラ 100、並びに記憶部 120 を含んで構成されている。

【0019】

また、図 3 を用いて、燃焼変動値を表す PIV マップ 50 について、詳細に説明する。

PIV マップ 50 は、エンジン回転数 N とエンジン負荷 L に対応した目標希薄燃焼域に相当する目標燃焼変動値 PIV_m をプロットしたものである。ここで、PIV マップ 50 は、予め ECU 150 に含まれる記憶部 120 に記憶されているマップである。

ここで、各気筒の燃料供給量が理論空燃比に近い程、エンジン回転数 N とその気筒の燃焼行程の瞬時エンジン回転数 n_1 、 n_2 、 n_3 との回転数差が小さく、希薄燃焼域では回転数差が大きくなるという、相関があり、この回転数差に基づく関数を燃焼変動値としている。

すなわち、燃焼変動値が大きい程、希薄燃焼域で NO_x 発生量を低減でき（但し、失火し易い）、燃焼変動値が小さい程、理論空燃比に近く、NO_x 発生量が増加（但し、失火し難い）する。目標燃焼変動値 PIV_m は、失火しない限界近傍の希薄燃焼域に相当するように選定される。

【0020】

ここで、図 4 を用いて、開度調整制御について、詳細に説明する。

コントローラ 100 は、開度調整手段 200 として、燃料ガス供給量調整弁 35 の開度調整制御を行う機能を有している。

目標エンジン回転数設定部（Nm 演算部）102、目標燃焼変動値算出部（PIV_m 算出部）103、開度演算部（GVM 演算部）101、及び燃焼変動値演算部（PIV 演算部）105 は、開度調整手段 200 としてのコントローラ 100 のそれぞれの機能である。

まず、Nm 演算部 102 は、高圧圧力 HP に基づいて算出される圧縮機での冷媒の断熱圧縮仕事であるエンジン負荷 L に基づいて、目標エンジン回転数 Nm を算出する。次に、PIV_m 算出部 103 は、目標エンジン回転数 Nm 及びエンジン負荷 L に基づいて記憶部 120 の PIV マップ 50 より目標燃焼変動値 PIV_m を算出する。一方、PIV 演算部 105 は、エンジン回転数 N と各気筒の燃焼行程での瞬時エンジン回転数 $n_1 \cdot n_2 \cdot n_3$ とのエンジン回転数差に基づく実燃焼変動値 PIV を演算する。ここで、GVM 演算部 101 は、偏差 PIV から、燃料ガス供給量調整弁開度 GVM（以下、開度 GVM）を演算する機能を有する。ここで、偏差 PIV とは、目標燃焼変動値 PIV_m と実燃焼変動値 PIV との偏差である。

【0021】

ここで、図 5 及び図 6 を用いて、開度補正制御について、詳細に説明する。

コントローラ 100 は、開度補正手段 300 として、燃料ガス供給量調整弁 35 の開度補正制御を行う機能を有する。

【0022】

まず、図 5 を用いて、S110 ~ S150 について、詳細に説明する。なお、以下の開度補正制御において、エンジン回転数 N は所定回転数に固定される。

まず、コントローラ 100 は、エンジン 2 の積算運転時間が所定期間 t_{int} に到達したかどうかを判定する（S110）。ここで、所定期間 t_{int} は、現地設置後又は

10

20

30

40

50

メンテナンス後から起算する積算運転時間である。

次に、コントローラ100は、積算運転時間が所定期間 t_{int} に到達したならば、開度 GVM を GVM 演算部 101 による開度指令値に所定量強制増加させ (S120)、サンプリング数 n 及び極値数 m の設定を 1 とする (S130)。ここで、サンプリング数 n は、開度補正制御開始から開度 GVM をサンプリングした回数を表している。つまり、 $GVM(n)$ は、コントローラ100が n 回目にサンプリングした開度 GVM である。また、極値数 m は、極大値及び極小値を併せて極値としたときに、現在検出しようとする極値が開度補正制御開始から何番目の極値であるかを表している。本実施例のように制御当初に開度 GVM を強制増加し、すなわち、燃料ガスを増加し、極値数 m の初期値を 1 とする場合は、極値数 m が奇数のときに開度 GVM の極小値が出現し、偶数のときに開度 GVM の極大値が出現する。

10

なお、開度 GVM を所定量強制減少させて、すなわち、燃料ガスを減少し、極値数 m の初期値を 1 とする場合は、極値数 m が奇数のときに開度 GVM の極大値が出現し、偶数のときに開度 GVM の極小値が出現する。

次に、コントローラ100は、上述したように開度調整手段200によって、実燃焼変動値 PIV (S140) を算出し、目標燃焼変動値 PIV_m に収束するように開度 GVM (n) を算出する (S150)。

【0023】

ここで、図6を用いて、開度補正制御における開度 GVM 及び実燃焼変動値 PIV の時系列変化について、詳細に説明する。

20

図6は、横軸を時間 (s)、縦軸下側を実燃焼変動値 PIV 並びに縦軸上側を開度 GVM として表されている。また、図6において、実線は開度 GVM の時系列変化を表しており、破線は実燃焼変動値 PIV の時系列変化及び目標燃焼変動値 PIV_m を表している。S120において、開度 GVM を所定量強制増加させたため、実燃焼変動値 PIV は急激に減少する。コントローラ100は、急激に減少する実燃焼変動値 PIV を目標燃焼変動値 PIV_m に復帰させようとして、開度 GVM を減少させる。

このようにして、開度 GVM 及び実燃焼変動値 PIV は、互いに増加及び減少を繰り返して目標燃焼変動値 PIV_m に向かって収束する。開度補正制御は、このときの開度 GVM の極大値及び極小値に基づいて、開度補正を行う制御である。

【0024】

30

次に、図5を用いて、S210～S360について、詳細に説明する。

S210～S360において、コントローラ100は、開度 GVM を所定量強制増加させたからの開度 GVM (n) について、それぞれ2つの極大値 $GVM_{max1} \cdot GVM_{max2}$ 及び極小値 $GVM_{min1} \cdot GVM_{min2}$ を算出する (図6参照)。

S210は、これから決定しようとする GVM (n) が極小値に向かう過程であるか、極大値に向かう過程であるかを判断するステップである。上述したように、極値数 m が奇数であれば、これから決定しようとする GVM (n) は極小値であり、極値数 m が偶数であれば、極大値である。

S220は、GVM (n) が GVM ($n-1$) より大きい、すなわち極小値であるかを判定するステップである。S250は、GVM (n) が GVM ($n-1$) より小さい、すなわち極大値であるかを判定するステップである。

40

S240、S270は、GVM (n) が極小値、極大値に到達するまで、サンプリング数 n を増加して、再度 S140 に戻るためのステップである。

S230及び260は、極大値 (又は極小値) が、開度補正制御開始からそれぞれ1番目か2番目かを判定するステップである。

S310、320は、現在の GVM (n) を1番目の極小値 GVM_{min1} 、2番目の極小値 GVM_{min2} とするステップである。他方、S330、340は、現在の GVM (n) を1番目の極大値 GVM_{max1} 、2番目の極大値 GVM_{max2} とするステップである。

S350は、極大値 (又は極小値) を検出したならば、極値数 m を1増加するステップ

50

である。S 3 6 0 は、極値数 m が 4 より大きいかを判定し、4 より大きければ極値の検出を終了し、S 4 1 0 へ移行するステップである。すなわち、極小値、極大値をそれぞれ、2 回ずつ検出した段階で S 1 3 0 から開始した極値検出ステップを終了する。

【0025】

次に、図 3 を用いて、S 4 1 0 ~ S 4 3 0 について、詳細に説明する。

まず、コントローラ 1 0 0 は、極大値 $GVM_{max1} \cdot GVM_{max2}$ の平均より、平均極大値 GVM_{max} を算出する (S 4 1 0)。同時に、コントローラ 1 0 0 は、極小値 $GVM_{min1} \cdot GVM_{min2}$ の平均より、平均極小値 GVM_{min} を算出する (S 4 1 0)。

次に、コントローラ 1 0 0 は、重み係数 W により平均極小値 GVM_{min} と平均極大値 GVM_{max} の W 対 $1 - W$ の内分値を開度更新値 GVM_{rn} として算出する (S 4 2 0)。

次に、コントローラ 1 0 0 は、開度更新値 GVM_{rn} から前回の開度補正制御において算出した開度更新値 GVM_{rn} を差し引いた開度補正值 GVM_{rv} を算出する (S 4 3 0)。開度更新値 GVM_{rn} は絶対量であり、前回更新値との差分を今回の更新値とするのである。

【0026】

このようにして、燃料ガス供給量調整弁 3 5 の開度 GVM を強制的に増加又は減少させることによって、開度 GVM の極大値 $GVM_{max1} \cdot GVM_{max2}$ と極小値 $GVM_{min1} \cdot GVM_{min2}$ の見極めが短時間に行え、かつ開度補正值 GVM_{rv} の算出精度を向上することができる。つまり、排気圧センサー等を用いずに燃料ガス供給量調整弁 3 5 の希薄燃焼維持のための開度補正を短時間でかつ精度良く行うことができる。

また、実燃焼変動値 PIV を吸気経路の経年劣化による吸気流量の低下に係らず目標燃焼変動値 PIV_m に収束できるため、 NO_x 発生量の低減が可能となる。

さらに、補正值算出に用いる極大値及び極小値をそれぞれ 2 回ずつまでの検出に留めることで、時間短縮と精度向上を両立する上で最適な制御を実行できる。

さらに、平均極小値 GVM_{min} 又は平均極大値 GVM_{max} に重み付けをすることで、平均極小値 GVM_{min} に重みを付ける希薄燃焼重視、或いは平均極大値 GVM_{max} に重みを付ける失火防止重視の選択ができる。

【0027】

< 補正展開制御について >

以下に、図 7 乃至図 1 0 を用いて、補正展開制御について、詳細に説明する。

コントローラ 1 0 0 は、補正展開手段 4 0 0 として、上述した開度補正值 GVM_{rv} を空燃比特性に基づいてエンジン運転領域毎に展開する補正展開制御を行う機能を有している。

【0028】

< 定格補正マップ >

まず、図 7 を用いて、定格補正係数としての定格補正マップ $f(N, L, \quad)$ について説明する。

図 7 に示すように、定格補正マップ $f(N, L, \quad)$ は、エンジン回転数 N 、エンジン負荷 L 、及び定格補正係数 \quad の 3 次元マップである。図 7 は、横軸をエンジン回転数 N 、縦軸をエンジン負荷 L として、エンジン運転領域毎に定格補正係数 $\quad 1, \dots, \quad 4$ (以下、単に \quad) が表されている。図 7 における PIV_{point} は、上述した開度補正制御が実施される所定エンジン回転数及び所定エンジン負荷である。

ここで、エンジン 2 の空燃比特性は、エンジン運転領域であるエンジン回転数 N 及びエンジン負荷 L によって異なるものである。そのため、 PIV_{point} で算出された開度補正值 GVM_{rv} を全エンジン運転領域に展開すると、エンジン運転領域によっては補正值が大きい又は小さいといった誤差が生じることになる。そこで、開度補正值 GVM_{rv} に対し、エンジン 2 のエンジン運転領域毎による空燃比特性に基づく定格補正係数 \quad を乗じ、エンジン運転領域毎に展開する必要がある。この定格補正係数 \quad は予め実験によ

10

20

30

40

50

って求められ、定格補正マップ $f(N, L, \quad)$ は記憶部 120 に予め記憶されている。なお、本実施例では、定格補正マップ $f(N, L, \quad)$ における各経時補正係数の個別値については特に限定してない。

【0029】

< 経年劣化と O_2 濃度 >

ここで、図 8 を用いて、エアクリナー 12 の経年劣化と空燃比特性の相関について説明する。なお、エアクリナー 12 が経年劣化とは、吸気経路の経年劣化の主要因である。また、吸気経路の経年劣化とは、吸気流量の低下の要因である。

図 8 において、実線 A は新品のエアクリナー 12 A、破線 B は経年劣化したエアクリナー 12 B、一点鎖線 C はさらに経年劣化したエアクリナー 12 C の出力による空燃比特性を表している。なお、エアクリナー 12 C は、エアクリナー 12 B より経年劣化が著しいものとする。図 8 は、横軸を出力、縦軸を O_2 濃度差として、エアクリナー 12 A・12 B・12 C をエンジン 2 に取り付け、それぞれの場合の排気ガスに含まれる O_2 濃度を排気ガス分析計で測定した結果である。

エンジン出力とは、エアクリナーが取り付けられたエンジン 2 のエンジン出力を表している。 O_2 濃度差とは、エアクリナー 12 B・12 C とエアクリナー 12 A との O_2 濃度の差である。

図 8 から明らかのように、エンジン出力が小さい場合には、エアクリナー 12 が経年劣化すれば O_2 濃度が薄くなる。逆に、エンジン出力が大きい場合は、エアクリナー 12 が経年劣化すれば O_2 濃度が濃くなる。つまり、エアクリナー 12 の経年劣化による空燃比特性と、エンジン出力とは相関がある。

【0030】

< 経時補正マップ >

ここで、図 9 を用いて、経時補正係数としての経時補正マップ $f(N, L, \quad)$ について説明する。

図 9 に示すように、経時補正マップ $f(N, L, \quad)$ は、エンジン回転数 N 、エンジン負荷 L 、及び経時補正係数の 3 次元マップである。図 9 は、横軸をエンジン回転数 N 、縦軸をエンジン負荷 L として、経時補正係数 1、 \dots 、4 (以下、単に) が表されている。

ここで、上述したように、エンジン 2 の空燃比特性は、エンジン運転領域によって異なるものである。さらに、図 8 の説明で述べたように、エンジン運転領域毎の空燃比特性は、エアクリナー 12 の経年劣化によっても異なるものである。そのため、PIV point での開度補正值 GMV_rv を全エンジン運転領域に展開すると、エンジン運転領域によっては補正值が大きい又は小さいといった誤差が生じることになる。そこで、開度補正值 GMV_rv に対し、エンジン運転領域毎並びにエアクリナー 12 の経年劣化による空燃比特性に基づく経時補正係数を乗じ、エンジン運転領域毎に展開する必要がある。この経時補正係数は予め実験によって求められ、経時補正マップ $f(N, L, \quad)$ は記憶部 120 に予め記憶されている。なお、本実施例では、経時補正マップ $f(N, L, \quad)$ における各経時補正係数の個別値については特に限定してない。

【0031】

< 補正展開制御 >

ここで、上述した定格補正マップ $f(N, L, \quad)$ 及び経時補正マップ $f(N, L, \quad)$ を用いる補正展開制御について説明する。なお、説明を分かり易くするため、上述した開度調整手段 200 による開度調整制御を開度マップ $f(N, L, GVM)$ として定義する。

すなわち、開度 GVM は、エンジン回転数 N とエンジン負荷 L とに基づいて、開度マップ $f(N, L, GVM)$ より算出される。

ここで、上述した開度補正制御において、 r 回目に補正された開度マップ $f(N, L, GVM)$ を更新開度マップ $f(N, L, GMV_rn(r))$ とし、 r 回目までの開度総補正量を総補正量マップ $f(N, L, GMV_rv(r))$ とすると、これらのマップの

10

20

30

40

50

関係は、以下のように表すことができる。

$$f(N, L, GMV_rn(r)) = f(N, L, GVM) + f(N, L, GMV_rv(r))$$

ここで、開度総補正量マップ $f(N, L, GMV_rv(r))$ は上述した定格補正マップ $f(N, L, \quad)$ 及び経時補正マップ $f(N, L, \quad)$ を用いて、以下のように表すことができる。

$$f(N, L, GMV_rv(r)) = GMV_rv(1) \times f(N, L, \quad) + f(N, L, \quad) \times GMV_rv(2) + \dots + f(N, L, \quad) \times GMV_rv(r)$$

つまり、初回の開度補正值 $GMV_rv(1)$ に対しては定格補正マップ $f(N, L, \quad)$ を、2回目以降の開度補正值 $GMV_rv(2) \sim GMV_rv(r)$ に対しては経時補正マップ $f(N, L, \quad)$ を乗じて開度総補正量マップ $f(N, L, GMV_rv(r))$ を乗じ、エンジン運転領域毎に展開している。なお、経時補正マップ $f(N, L, \quad)$ をどのタイミングにて乗じるかについては、特に本実施例に限定されることはない。

このようにして、エンジン運転領域毎による空燃比特性に基づく定格補正マップ $f(N, L, \quad)$ を乗じて、開度補正值 GMV_rv をエンジン運転領域毎に展開するため、燃料ガス供給量調整弁 35 の開度補正精度を向上することができる。

また、エンジン運転領域毎及び吸気経路の経年劣化による空燃比特性に基づく経時補正マップ $f(N, L, \quad)$ を乗じて、開度補正值 GMV_rv をエンジン運転領域毎に展開するため、燃料ガス供給量調整弁 35 の開度補正精度を向上することができる。

さらに、1回目と、2回目以降の補正展開制御では、エンジン 2 の使用経過に応じて定格補正マップ $f(N, L, \quad)$ 又は経時補正マップ $f(N, L, \quad)$ を使い分けるため、燃料ガス供給量調整弁 35 の開度補正精度を向上することができる。

【0032】

< 吸気負圧マップ >

また、図 10 を用いて、補正展開制御の別制御例について説明する。

図 10 に示すように、吸気負圧マップ $f(P, f(N, L, \quad))$ は、上述した吸気負圧 P についてそれぞれの吸気負圧 $P1, \dots, Pm$ 毎にエアクリナー 12 の経年劣化に対応する複数の経時補正マップ $f1(N, L, \quad), \dots, fm(N, L, \quad)$ を備える 2次元マップである。吸気負圧マップ $f(P, f(N, L, \quad))$ は、記憶部 120 に予め記憶されている。

ここで、吸気負圧 P は、エアクリナー 12 の経年劣化を主要因とする吸気経路の経年劣化を表している。そこで、本制御では、現在の吸気負圧 P に基づいて吸気負圧マップ $f(P, f(N, L, \quad))$ より吸気負圧 P に対応する経時補正マップ $fm(N, L, \quad)$ を算出することができる。

このようにして、エアクリナー 12 の経年劣化に伴う吸気経路の空気流量低下を吸気負圧センサー 133 によって実測できるため、燃料ガス供給量調整弁 35 の開度補正精度を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図 1】本発明の実施例に係るガスエンジン制御装置及びガスエンジンの構成を示す構成図。

【図 2】同じくガスエンジン制御装置の構成を示すブロック図。

【図 3】同じく P I V マップを示すグラフ図。

【図 4】同じく開度調整制御を示すブロック図。

【図 5】同じく開度補正制御を示すフロー図。

【図 6】同じく開度補正制御の時系列変化を示すチャート図。

【図 7】定格補正マップを示すグラフ図。

【図 8】エンジン出力と空燃比特性とエアクリナーの経年劣化との相関を示すグラフ図。

【図 9】経時補正マップを示すグラフ図。

10

20

30

40

50

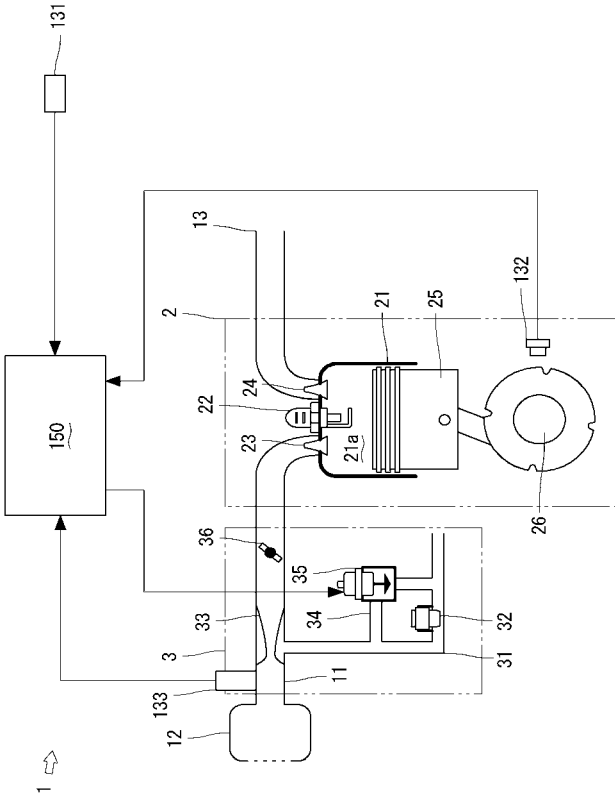
【図10】吸気負圧マップを示すテーブル図。

【符号の説明】

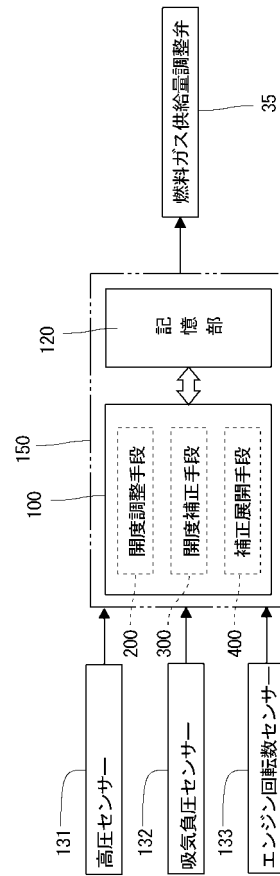
【0034】

1	ガスエンジン制御装置	
2	エンジン	
3	ミキサ	
12	エアクリナー	
35	燃料ガス供給量調整弁	
50	PIVマップ	
100	コントローラ	10
120	記憶部	
150	Electronic Control Unit (ECU)	
200	開度調整手段	
300	開度補正手段	
N	エンジン回転数	
L	エンジン負荷	
PIV	実燃焼変動値	
PIVm	目標燃焼変動値	
GVM	燃料ガス供給量調整弁開度(開度)	
n	サンプリング数	20
m	極値数	
P	吸気負圧	
GVMmax1	極大値	
GVMmax2	極大値	
GVMmax	平均極大値	
GVMmin1	極小値	
GVMmin2	極小値	
GVMmin	平均極小値	
W	重み係数	
GVM_rn	開度更新値	30
GVM_rv	開度補正值	
	定格補正係数	
f(N、L、)	定格補正マップ	
	経時補正係数	
f(N、L、)	経時補正マップ	
f(N、L、GVM)	開度マップ	
f(N、L、GVM_rn(r))	更新開度マップ	
f(N、L、GVM_rv(r))	総補正量マップ	
f(P、f(N、L、))	吸気負圧マップ	40

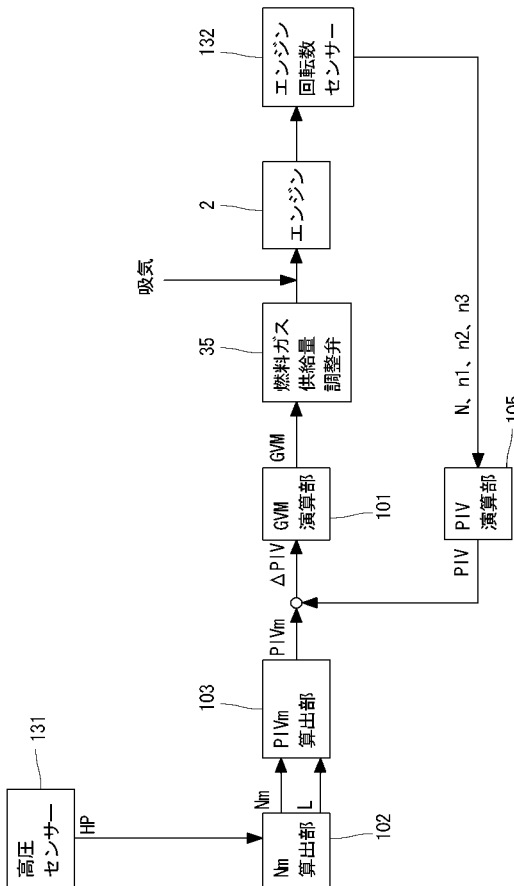
【図 1】



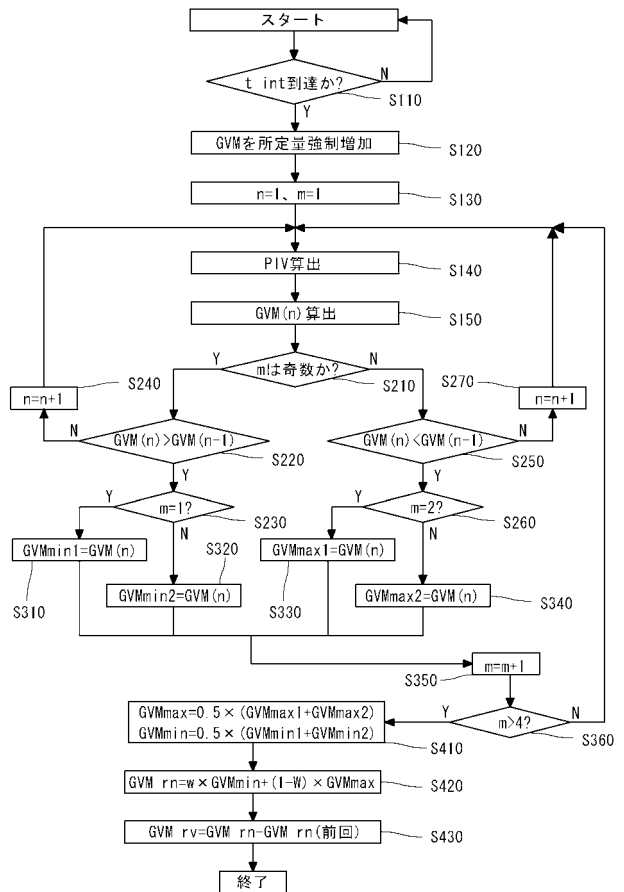
【図 2】



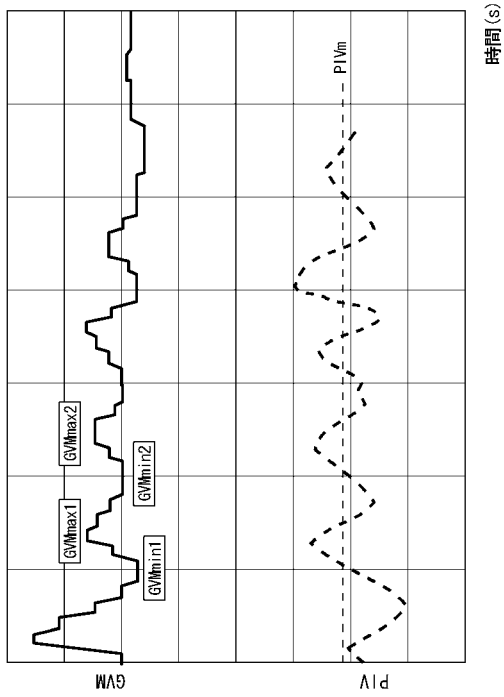
【図 4】



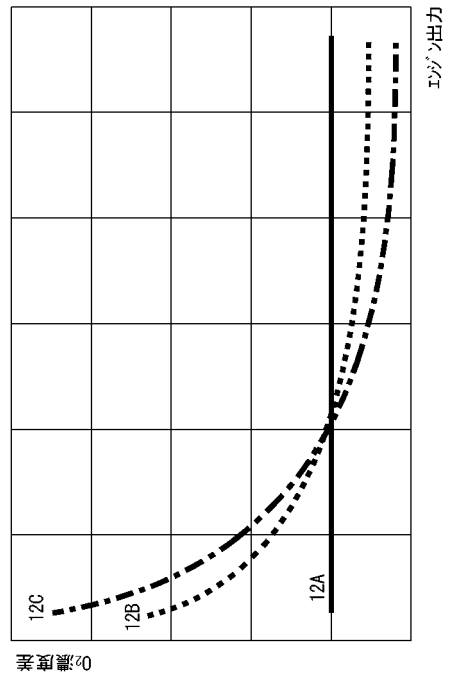
【図 5】



【 図 6 】



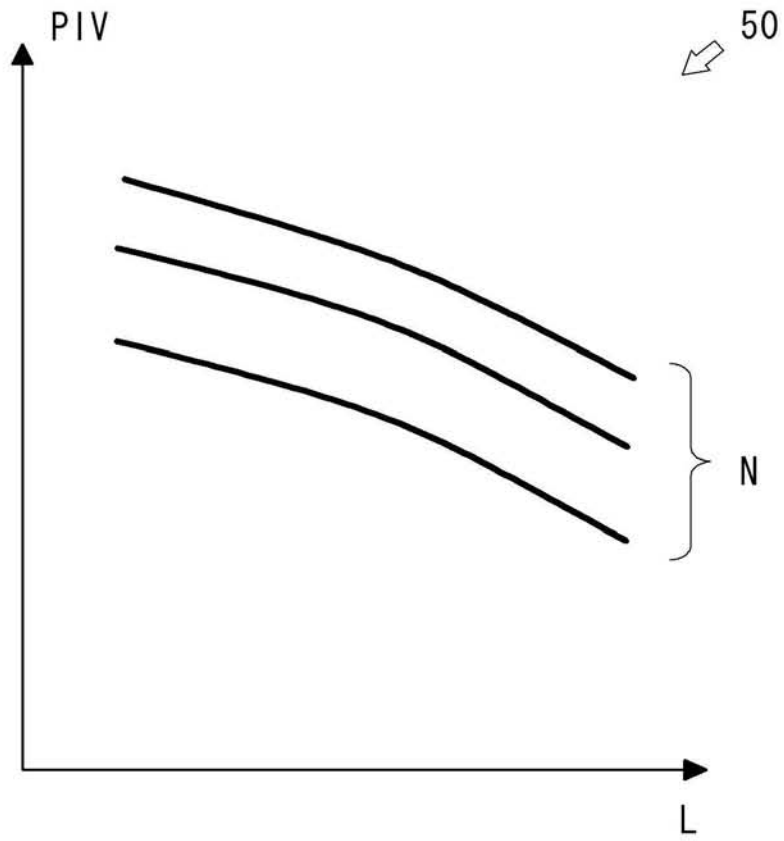
【 図 8 】



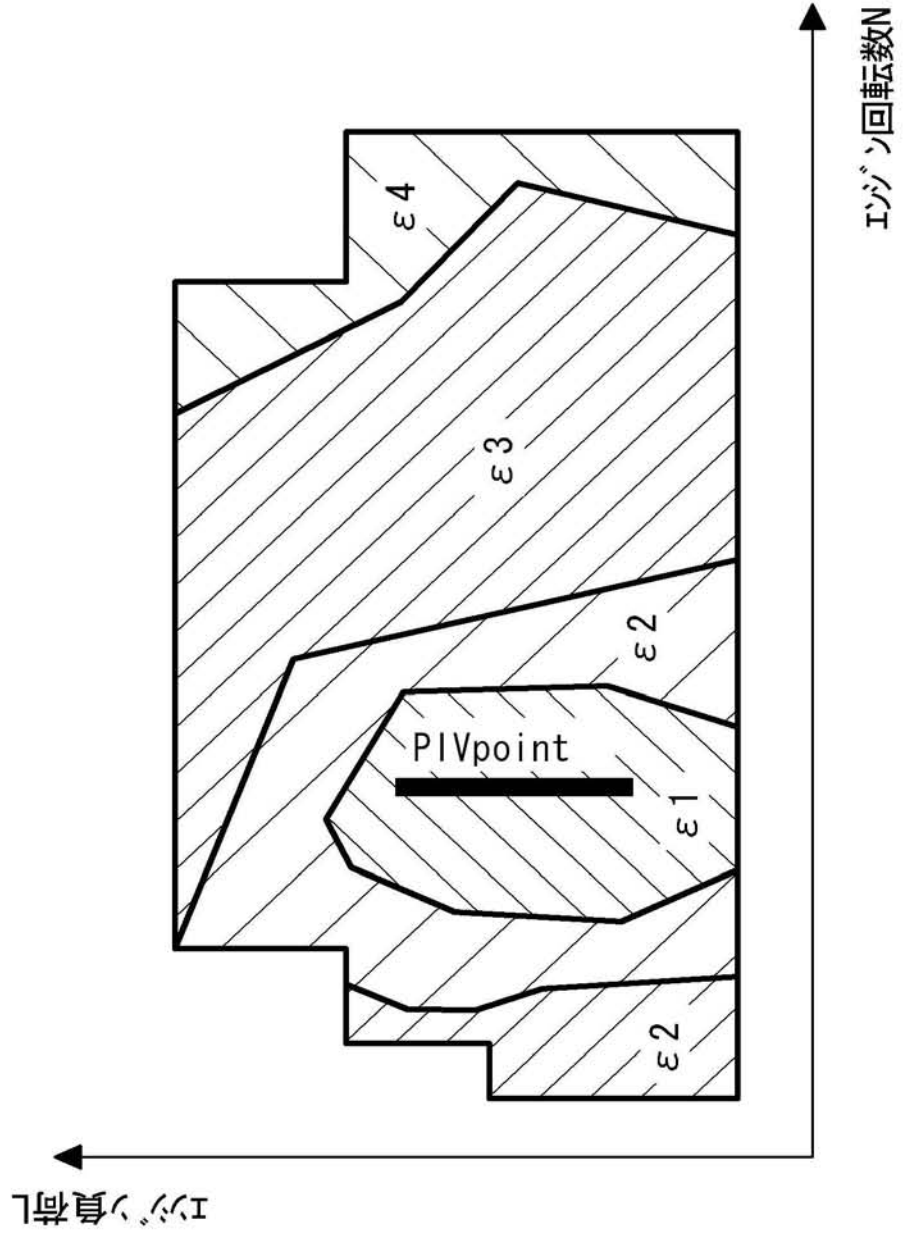
【 図 10 】

吸気負圧 (kpa)	P1	Pm
経時補正マップ	f1 (N, L, η)	f _m (N, L, η)

【 図 3 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 0 2 B 43/00 (2006.01)	F 0 2 D 45/00	3 2 2 B
	F 0 2 M 21/02	3 1 1 F
	F 0 2 D 41/14	3 1 0 M
	F 0 2 M 21/02	L
	F 0 2 B 43/00	A

(72)発明者 福田 健一

大阪府大阪市北区大淀中5丁目12番39号 ヤンマーエネルギーシステム株式会社内

(72)発明者 杉森 啓二

大阪府大阪市北区大淀中5丁目12番39号 ヤンマーエネルギーシステム株式会社内

Fターム(参考) 3G092 AA01 AA05 AB08 DE01S EA17 FA06 HB01X HF03X
 3G301 HA22 JA04 JA15 KA06 NC02 NE01 NE17 NE19 NE23 PE01A
 PE08Z PF11Z
 3G384 AA14 AA23 BA11 CA04 DA04 EA02 EB01 EB02 EB17 EB18
 ED06 ED11 EE32 FA06Z FA26Z FA57Z