

(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
2013 年 8 月 29 日(29.08.2013)



(10) 国際公開番号

WO 2013/125460 A1

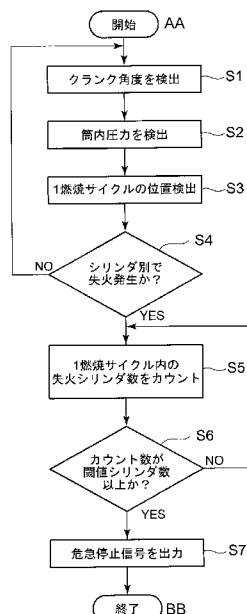
- (51) 国際特許分類:
F02D 45/00 (2006.01) F02D 19/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/053669
- (22) 国際出願日: 2013 年 2 月 15 日(15.02.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-038010 2012 年 2 月 23 日(23.02.2012) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 西尾 秀樹(NISHIO, Hideki); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 安藤 純之介(ANDOU, Junnosuke); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 誠真 I P 特許業務法人(SEISHIN IP PATENT FIRM, P. C.); 〒1060032 東京都港区六本木 3 丁目 1 6 番 1 3 号 アンパサダー六本木 1 0 0 3 号 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, IS, KE, KG, KM, 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, 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,

[続葉有]

(54) Title: GAS ENGINE CONTROL DEVICE AND METHOD

(54) 発明の名称: ガスエンジンの制御装置および方法

〔図3〕



- S1 Detect crank angle
S2 Detect cylinder pressure
S3 Detect position for one combustion cycle
S4 Cylinder-by-cylinder, has misfiring occurred?
S5 Count number of misfiring cylinders in one combustion cycle
S6 Is count equal to or greater than threshold cylinder number?
S7 Output emergency stop signal
AA Start
BB End

(57) Abstract: The present invention is equipped with: a cycle detection means (67) that, on the basis of a crank angle detection value that has been input from a crank angle detector (75), detects the crank angle period for one combustion cycle of an engine comprising multiple cylinders; a misfiring detection means (69) that, on the basis of a cylinder pressure detection value that has been input from a cylinder pressure detector (59), detects misfiring in a primary combustion chamber (37); and a simultaneous misfiring determination means (73) that determines that multiple cylinders have misfired simultaneously when the total number of cylinders for which misfiring has been detected by the misfiring detection means (69) in one combustion cycle is equal to or greater than a preset threshold value for the number of cylinders. In addition, when the simultaneous misfiring determination means (73) determines that multiple cylinders have misfired simultaneously during one combustion cycle, the supply of fuel gas to all of the cylinders is stopped.

(57) 要約: クランク角検出器 (75) から入力されるクランク角検出値に基づき複数シリンダからなるエンジンの 1 燃焼サイクルのクランク角期間を検出するサイクル検出手段 (67) と、筒内圧力検出器 (59) から入力される筒内圧力検出値に基づき主燃焼室 (37) 内の失火を検出する失火検出手段 (69) と、失火検出手段 (69) によって失火を検出したシリンダの前記 1 燃焼サイクル内の総数が予め設定された閾値シリンダ数以上のときに複数シリンダが同時失火であると判定する同時失火判定手段 (73) と、該同時失火判定手段 (73) によって 1 燃焼サイクル中に複数シリンダが同時失火と判定したとき全シリンダへの燃料ガスを遮断することを特徴とする。



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, 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： ガスエンジンの制御装置および方法

技術分野

[0001] 本発明は、給気通路を介して供給される空気と燃料供給通路から供給される燃料ガスを混合して燃焼室内に供給し、着火燃焼せしめるガスエンジンにおいて、シリンダが失火した場合に未燃ガスが排気系統に流入し、煙道で燃焼するのを防止するガスエンジンの制御装置および方法に関する。

背景技術

[0002] 一般的な中速ガスエンジンにおいては、給気通路を介して供給される空気（給気）と、燃料供給通路から供給される燃料ガスを混合してエンジンの主燃焼室に供給して燃焼運転を行い、駆動力を得る構成となっている。また、シリンダヘッドに主燃焼室へ連通する副燃焼室を設け、燃料噴射弁から副室の内部に形成された空気流中に軽油等の液体燃料を噴射して該液体燃料を着火燃焼せしめ、この着火火炎を副室噴口から、給気弁の開弁によって主燃焼室内に導入された燃料ガスと空気との混合ガス中に噴出せしめることにより該混合ガスを燃焼せしめる副室パイロット着火式ガスエンジンについて知られている。

[0003] また、シリンダヘッドに設けられた副燃焼室に着火用の燃料ガスを供給して、着火性のよい混合気を作り、スパークプラグで点火して燃焼せしめて、この着火火炎を副室噴口から、給気弁の開弁によって主燃焼室内に導入された燃料ガスと空気との混合ガス中に噴出せしめることにより該混合ガスを燃焼せしめる火花着火方式ガスエンジンについても知られている。

[0004] このようなガスエンジンでは、所望のエンジン出力が得られるように、燃焼室に供給される燃料流量、空気流量が適正に制御されるとともに、ノッキングや失火を回避した安定運転が可能な空燃比に制御される。しかし、燃料供給系や着火系の部品の損耗や故障等の不具合が生じると異常燃焼（ノッキング）や失火を生じやすい。

例えば、給気通路に燃料供給通路から燃料ガスを供給する燃料流量制御弁の故障により所望の燃料ガスが供給されていない場合や、副燃焼室へ軽油等の液体燃料を供給する制御弁やスパークプラグの故障等のように着火装置の不具合の場合には全気筒、または特定の気筒において失火が生じる。

[0005] ガスエンジンの失火を検出してエンジンを強制停止する技術の一例として、特開 2001-12292 号公報（特許文献 1）、および特開 2007-170405 号公報（特許文献 2）が提案されている。

この特許文献 1 の要約、段落 0063～0067 等には、複数の気筒からなるエンジンの排圧波形を気筒毎に判別して検出し、各気筒の所定のクランク角範囲での排圧波形の面積を算出して、これと直前の所定サイクルの移動平均値と比較しこの波形面積の平均値に対する比率を、基準値と比較して失火を判定する。そして、失火を判定したときにはエンジンを強制停止することが開示されている。

[0006] また、特許文献 2 の段落 0031～0032 等には、筒内圧力検出器から入力される筒内圧力検出値及びクランク角検出器から入力されるクランク角検出値に基づき、吸気圧力を含む圧縮始め以前の基準圧力 P_0 との差圧 ΔP ($\Delta P = P - P_0$) をクランク角に対応させて算出し、筒内最高圧力 P_p と前記基準圧力との差圧 ΔP_p と、圧縮行程における一又は複数の任意点の差圧 ΔP_0 との比である筒内最高圧力比 ($\Delta P_p / \Delta P_0$) が、設定された失火の許容最小圧力比 P_n 以下になった時に燃焼室内における失火発生の判定を行うことが示され、さらに、許容継続サイクル数になったときに当該失火発生シリンダの燃料噴射を遮断することが示されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献 1：特開 2001-12292 号公報

特許文献 2：特開 2007-170405 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] ガスエンジンにおいては、前述のように給気通路に燃料供給通路から燃料ガスを供給する燃料流量制御弁の故障により所望の燃料ガスが供給されていない場合や、副燃焼室へ軽油等の液体燃料を供給する制御弁やスパークプラグの故障等の着火装置の不具合の場合に全シリンダまたは特定シリンダにおいて失火が生じる。

特に、副燃焼室へ軽油等の液体燃料を供給する制御弁やスパークプラグの故障等のように着火装置の不具合の場合においては、給気弁の開弁によって主燃焼室内に導入された燃料ガスと空気との混合ガスが、燃焼せずに未燃ガスとして排気系統に流入する。

そのため、複数シリンダが同時に失火した場合には、短時間に排気通路において燃料ガス濃度が高まり可燃域に達しやすく、排気通路内での燃焼の危険性が増す。そして、排気通路内燃焼が生じた場合にはエンジンやプラント設備の損傷や周囲への甚大な被害を引き起こすおそれがある。

[0009] 前述の特許文献 1 の失火判定は、排圧波形の面積を基に判定するものであるが、特定の単一シリンダでの失火判定であり複数シリンダが同時失火状態であることを判定することまでは開示していない。また、直前の所定サイクルの移動平均値と比較しているため、直前の所定サイクルのデータが必要であり、判定結果を出力するまでに複数サイクルの経過時間が必要になりエンジン停止までに時間を要するため、複数シリンダが同時に失火した場合のように短時間で失火判定をしてエンジン停止が必要とされる判定方法としては適さないものである。

[0010] また、特許文献 2 の失火判定は、筒内圧力の筒内最高圧力比 ($\Delta P_p / \Delta P_o$) を基に失火を判定しているが、前記特許文献 1 と同様に特定の単一シリンダでの失火判定であり複数シリンダが同時失火状態であることを判定することまでは開示していない。また、誤判定の防止のために失火が数サイクル連続した場合に、当該失火発生シリンダの燃料噴射を遮断せしめるためエンジン停止までに時間を要し、複数シリンダが同時に失火した場合のような短

時間での同時失火の判定と危急停止を行う判定方法としては適さないものである。

[0011] そこで、本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであり、ガスエンジンにおいて、1 サイクル中に発生する複数シリンダの同時失火を正確に判定して、燃料ガスの供給を停止して、未燃の燃料ガスの排気系統への流入を最小限に抑えて排気通路内での燃焼を防止することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 前記目的を達成するため、ガスエンジンの制御装置にかかる発明は、燃料ガスと空気とを混合しエンジンの燃焼室内にて燃焼せしめるように構成されたガスエンジンの制御装置において、前記燃焼室内における筒内圧力を検出する筒内圧力検出器と、前記エンジンのクランク角度を検出するクランク角検出器と、を設け、前記クランク角検出器から入力されるクランク角検出値に基づき複数シリンダからなるエンジンの1 燃焼サイクルのクランク角期間を検出するサイクル検出手段と、前記筒内圧力検出器から入力される筒内圧力検出値に基づき、燃焼室内における失火を検出する失火検出手段と、前記失火検出手段によって失火を検出したシリンダの前記1 燃焼サイクル内の総数が予め設定された閾値シリンダ数以上のときに複数シリンダが同時失火であると判定する同時失火判定手段と、該同時失火判定手段によって1 燃焼サイクル中に複数シリンダが同時に失火していると判定したとき全てのシリンダへの燃料ガスの供給を遮断する燃料ガス遮断手段と、を備えたことを特徴とする。

[0013] かかる発明によれば、複数シリンダからなるガスエンジンの1 燃焼サイクルのクランク角期間内に閾値シリンダ数以上のシリンダで失火を検出した場合に、複数シリンダの同時失火が発生していると判定することで、同時失火を正確に判定でき、全シリンダへの燃料ガスの供給を停止する危急停止を行うことができる。

その結果、未燃の燃料ガスが排気通路に集中的に流入して、短時間に排気通路において燃料ガス濃度が高まり可燃域することを防止でき、排気通路内で

の燃焼の危険性を防止できる。

[0014] また、本装置発明において好ましくは、前記同時失火判定手段の閾値シリンダ数は複数シリンダの同時失火を判定した後の一定サイクル後に排気通路内の燃料ガス濃度が可燃域に達する最小シリンダ数であるとよい。

[0015] このように閾値シリンダ数を設定することによって、複数シリンダの同時失火状態において排気通路内での未燃燃料ガスの燃焼が確実に防止される。

なお、「一定サイクル後」の一定サイクルとは、同時失火を判定し、その判定後に実際に燃料ガスが遮断されるまでの時間遅れに相当する燃焼サイクル数を意味している。つまり、同時失火が発生したと判定してから、ガス供給コントローラ（燃料ガス遮断手段）に指令を発し各シリンダに設けられているガス供給電磁弁が全て遮断してエンジン停止状態になるまでの時間を意味する。

[0016] また、排気通路内の燃料ガス濃度が可燃域に達する最小シリンダ数とは、図6に示すように、予め試験によって、失火シリンダ数と前記一定サイクル後の排気通路内の燃料ガス濃度との関係を求めておき、その関係を基に閾値となる最小シリンダ数を設定する。炭化水素系の燃料ガス（メタン、エタン、ブタン、プロパン等）の場合には、濃度が略5～15%になると可燃領域になり排気通路内で排気温度によって自己着火を生じるおそれがあるため、5%以上にならないような最小シリンダ数として設定するとよい。

[0017] また、本装置発明において好ましくは、前記エンジンがV型エンジンの場合は、前記同時失火判定手段の閾値シリンダ数は片バンクのシリンダ数であるとよい。

このように閾値シリンダ数を設定することによって、例えば電気配線の断線や、電気コネクタの接続不良等のトラブルによって片バンク側だけのガス供給電磁弁のみが非作動状態の場合には、排気通路内の燃料ガス濃度が可燃域に達する場合が多いため、このような場合においても、燃料ガスの供給を停止して危急停止を行うことで、排気通路内での燃料ガスの燃焼の危険性を防止できる。

[0018] また、本装置発明において好ましくは、前記ガスエンジンが発電機を駆動するエンジンであり、発電機が所定の運転領域の運転状態の場合には前記同時失火判定手段の判定結果を採用しないようにする。

[0019] このように構成することで、発電機の運転状態によっては、つまり無負荷運転領域や低負荷運転領域や負荷遮断時には、一時的に複数シリンダを同時失火状態に制御するため、発電機の運転状態に応じて制御される失火と区別できる。これによって、本発明の複数シリンダの同時失火時の制御の信頼性が向上する。

[0020] また、ガスエンジンの制御方法にかかる発明は、燃料ガスと空気とを混合しエンジンの燃焼室内にて燃焼せしめるように構成されたガスエンジンの制御方法において、クランク角検出器から入力されるクランク角検出値に基づき複数シリンダからなるエンジンの1燃焼サイクルのクランク角期間を検出するステップと、筒内圧力検出器から入力される筒内圧力検出値に基づき、燃焼室内における失火を検出するステップと、前記1燃焼サイクルにおいて失火を検出したシリンダ数をカウントするステップと、カウントの総数が予め設定された閾値シリンダ数以上のときに複数シリンダが同時失火していると判定するステップと、1燃焼サイクル中に複数シリンダが同時に失火していると判定したとき全てのシリンダへの燃料ガスの供給を遮断するステップと、を備えたことを特徴とする。

[0021] かかる発明によれば、複数シリンダからなるガスエンジンの1燃焼サイクルのクランク角期間内に失火したシリンダ数をカウントして総数が閾値シリンダ数以上の場合には、複数シリンダが同時失火していると判定することで、同時失火を正確に判定でき、全シリンダへの燃料ガスの供給を停止して危急停止を行うことができる。

その結果、未燃ガスが排気通路に集中的に流入して、短時間に排気通路において燃料ガス濃度が高まり可燃域することを防止でき、排気通路内での燃焼の危険性を防止できる。

[0022] また、本方法発明において好ましくは、前記同時失火の判定における閾値

シリンダ数は複数シリンダの同時失火を判定した後の一定サイクル後に排気通路内の燃料ガス濃度が可燃域に達する最小シリンダ数であるとよい。

このように閾値シリンダ数を設定することによって、複数シリンダの同時失火状態において排気通路内での未燃燃料ガスの燃焼が確実に防止される。

[0023] また、本方法発明において好ましくは、前記 1 燃焼サイクルにおける各シリンダの失火検出は着火順序毎に筒内圧力検出器から入力される筒内圧力検出値に基づき行うと共に、複数シリンダの同時失火の判定は 1 燃焼サイクル毎に判定するとよい。

このように、1 燃焼サイクル毎に複数シリンダの同時失火が判定されて、その結果によってエンジンの危急停止がなされるため、短時間に判定されて排気通路内での未燃燃料ガスの燃焼を迅速に防止できる。

発明の効果

[0024] 本装置発明および方法発明によれば、燃料ガスと空気とを混合しエンジンの燃焼室内にて燃焼せしめるように構成されたガスエンジンにおいて、1 サイクル中に発生する複数シリンダの同時失火を正確に判定して、燃料ガスの供給を停止して、未燃の燃料ガスの排気系統への流入を最小限に抑えて排気通路内燃焼を防止することができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明にかかるガスエンジンの制御装置の全体構成図である。
[図2]ガスエンジンの制御装置の全体構成の詳細を示す構成図である。
[図3]制御装置のフローチャートである。
[図4]4 気筒を例に筒内圧力波形の燃焼行程のみを示したイメージ図であり、シリンダ毎の個別失火判定の説明図を示す。
[図5]本発明にかかる同時失火判定の図 4 に対応するイメージ図である。
[図6]失火シリンダ数に対する排気通路内燃料ガス濃度を示す特性図である。
[図7]制御装置の他の実施形態を示す構成図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、本発明を図に示した実施形態を用いて詳細に説明する。

但し、この実施形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対配置などは特に特定の記載がない限り、この発明の範囲をそれのみに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

[0027] 図1を参照して、本発明にかかるガスエンジンの制御装置の全体構成について説明する。

本実施形態では、一例として排気ターボ過給機（以下過給機という）1を備えたガスエンジン3の制御装置について説明するが、過給機1を備えないガスエンジンにも適用可能であり、また、駆動対象は図示するように発電機5が好ましいが、発電機以外の場合にも適用可能である。

[0028] ガスエンジン（以下エンジンという）3は4サイクルのガスエンジンからなり、4つのシリンダ7を備えた4シリンダの場合を示す。

過給機1はシリンダ7の排気ポートから排気通路9を通して導入される排ガスによって駆動されるタービン1a及び該タービン1aと同軸の空気圧縮用のコンプレッサ1bよりなり、タービン1aの排気出口には排気出口管11が接続されている。

前記過給機1におけるコンプレッサ1bの給気（空気）出口と各シリンダ7とを接続する給気通路13は途中で分岐して各シリンダ7に接続されている。該給気通路13の途中には、コンプレッサ1bの出口からの給気を冷却する空気冷却器15が設けられている。

[0029] また、給気通路13の各シリンダ7の入口側にはシリンダ7毎に主室用ガス供給電磁弁17が配設され、燃料ガスが、その供給源（図示省略）から燃料供給主管19によって供給されるようになっている。そして、該燃料供給主管19からシリンダ7毎に分岐して前記各主室用ガス供給電磁弁17に接続される燃料供給管21には、その開度により主燃焼室37への燃料供給量を調整する燃料流量調整弁25が設けられている。

また、前記燃料供給主管19上には、シリンダ7へ供給される燃料ガスを所定の圧力に調圧するレギュレータ（図示略）が配設されている。さらに、前記燃料供給主管19における燃料ガスの遮断弁27が設置されている。

[0030] 燃料ガス流量、給気流量等の演算および制御は制御装置 33 で行われており、発電機 5 の出力（回転数、負荷）に応じて燃料流量調整弁 25 が調整されるようになっている。

[0031] さらに、図 2 示すように、ピストン 34 の上面とシリンダヘッド 35 の下面との間には主燃焼室 37 が形成されるとともに、シリンダヘッド 35 には主燃焼室 37 への混合気の流入および排出を行う給気弁 39 および排気弁 41 が設けられている。

また、シリンダヘッド 35 には着火装置としての副燃焼室 43 が設けられ、副燃焼室 43 の噴口 45 は主燃焼室 37 の中央部に位置するように配置されている。この副燃焼室 43 には、副室用ガス供給電磁弁 47 を介して燃料ガスが供給され、さらに、副燃焼室 43 内には、副燃焼室 43 内に供給された燃料ガスを着火するために点火コイル 49 が装着された点火プラグ 51 が取り付けられている。

[0032] 副燃焼室 43 内に供給された燃料ガスに点火プラグ 51 に着火制御手段 53 からの点火信号によって点火すると、副燃焼室 43 内の燃料ガスが着火して、着火火炎が副燃焼室 43 の噴口 45 から主燃焼室 37 内に噴射して、主燃焼室 37 内に給気弁 39 から流入した燃料ガスと空気との混合ガスを燃焼させる。これによって、希薄な混合ガスに対しても確実に着火して燃焼させることができる。

[0033] また、図 2 に示すように、過給機 1 のタービン 1a には排気をバイパスして過給量を調整する排気バスパス弁 55 が設けられている。さらに、空気冷却器 15 には、冷却水をバイパスして冷却能力を調整する給気温度調整弁 57 が設けられている。

[0034] なお、本実施形態においては着火装置として、点火プラグ 51 を用いる火花着火方式のガスエンジンについて示したが、副燃焼室 43 に燃料噴射弁を設けて、該燃料噴射弁から副燃焼室の内部に形成された空気流中に軽油等の液体燃料を噴射して該液体燃料を着火燃焼せしめ、この着火火炎を噴口 45 から、主燃焼室 37 内に導入された燃料ガスと空気との混合ガス中に噴出せ

しめることにより該混合ガスを燃焼せしめる、所謂副室パイロット着火方式としてもよい。

[0035] 以上の構成からなるエンジン 3 において、エンジン 3 からの排ガスは排気通路 9 を経て過給機 1 のタービン 1 a を駆動し、排気出口管 11 から排気浄化装置等に排出される。該タービン 1 a の同軸駆動されるコンプレッサ 1 b により加圧された給気（空気）は、前記空気冷却器 15 にて冷却、降温され給気通路 13 を通って各シリンダ 7 の主室用ガス供給電磁弁 17 を介して主燃焼室 37 に導入される。また、燃料供給主管 19 からの燃料は各シリンダ 7 の燃料供給管 21 に分岐されて前記主室用ガス供給電磁弁 17 へ導入される。そして該主室用ガス供給電磁弁 17 において前記給気と燃料とが混合せしめられて混合ガスとなって各シリンダ 7 の主燃焼室 37 に供給され、燃焼に供される。

[0036] 一方、前述のように副室用ガス供給電磁弁 47 を介して副燃焼室 43 内に供給された燃料ガスに対して、着火制御手段 53 からの所定の点火タイミングの信号によって点火プラグ 51 が点火して着火され、この着火した火炎が副燃焼室 43 の噴口 45 から主燃焼室 37 内に噴射する。これによって、主燃焼室 37 内に給気弁 39 を介して流入した混合ガスが燃焼される。

[0037] 次に、制御装置 33 について、主に図 1、2 を参照して説明する。

制御装置 33 は、図 2 に示すように、各シリンダ 7 の主燃焼室 37 内の筒内圧力を検出する筒内圧力検出器 59 からの信号を基に、主燃焼室 37 内における燃焼状態を診断する燃焼診断装置 61 と、燃料ガスの供給および遮断、さらには供給量を制御するガス供給コントローラ 63 と、副燃焼室 43 内の着火を制御する着火制御手段 53 と、各シリンダ 7 の燃焼診断結果に応じて、すなわち各シリンダ 7 の失火の診断結果信号 M1 や失火以外のノッキング等の異常燃焼の診断結果信号 M2 に基づいて各シリンダ 7 に対する運転指令を出力するエンジンコントローラ 65 と、を有して構成されている。

[0038] この燃焼診断装置 61 は、サイクル検出手段 67 と、失火検出手段 69 と、個別シリンダ失火判定手段 71 と、同時失火判定手段 73 とを主に備えて

いる。

サイクル検出手段67は、クランク軸またはカム軸に設けられたクランク角検出器75から入力されるクランク角検出信号に基づき複数シリンダからなるエンジン3の1燃焼サイクルのクランク角期間を示すパルス信号を検出する。4サイクルエンジンの場合には1燃焼サイクルがクランク軸の2回転（720度）ごとの信号として検出されるようになっている（図5の1燃焼サイクルのパルス信号参照）。

[0039] 失火検出手段69は、筒内圧力検出器59から入力される筒内圧力検出値とクランク角検出器75から入力されるクランク角検出値とに基づいて、エンジン運転中において大気状態等の外部条件による変動が小さい給気圧力を含む圧縮始め以前の基準圧力 P_b と筒内圧力の検出値 P を検出する。そして、基準圧力 P_b と筒内圧力の検出値 P とを基に、その差圧 ΔP （ $\Delta P = P - P_b$ ）をベースとした筒内圧力比 $\Delta P / \Delta P_0$ を算出し、該筒内圧力比 $\Delta P / \Delta P_0$ を用いて失火状態にあるか否かを判定して、失火を検出する。

ここで、差圧 ΔP_0 は、圧縮行程における特定のクランク角における筒内圧力 P_0 と基準圧力 P_b との差圧 ΔP_0 （ $\Delta P_0 = P_0 - P_b$ ）である。

[0040] 具体的には、特定のタイミングでの圧力 P_p と基準圧力 P_b との差圧 ΔP_p （ $\Delta P_p = P_p - P_b$ ）を用いて圧力比 $\Delta P_p / \Delta P_0$ が、予め試験等で確認して設定された失火の圧力比の最小値すなわち許容最小圧力比 P_n 以下（ $\Delta P_p / \Delta P_0 \leq P_n$ ）になったとき、主燃焼室37内に失火が発生していると判定する。この失火判定は多気筒を着火順に従ってシリンダ7毎、筒内圧力検出値を基に行う。

なお、圧力比 $\Delta P_p / \Delta P_0$ を用いる手法は一例であり、単に筒内圧力差 ΔP_p （ $\Delta P_p = P_p - P_b$ ）を用いて判定してもよい。

[0041] 個別シリンダ失火判定手段71は、前記失火検出手段69による失火判定の結果が、誤判定防止のため同一シリンダ7で連続して所定回数に達した場合に、当該シリンダ7において失火が発生していると判定し、エンジンコントローラ65へ当該シリンダ7の失火の診断結果信号M1を出力する。そし

て、シリンダ 7 毎に個別にガス供給コントローラ 6 3 へ燃料ガスの供給停止等の制御信号を出力するようになっている。

[0042] 同時失火判定手段 7 3 は、前記失火検出手段 6 9 によって失火を検出したシリンダ数を、前記サイクル検出手段 6 7 によって検出される 1 燃焼サイクルの期間内カウントし、そのカウント総数が、予め設定された閾値シリンダ数以上に達している場合には、複数シリンダが同時失火を起こしていると判定し、危急停止信号 M 3 をリレー回路 7 5 へ出力する。

[0043] 図 4 に、前記個別シリンダ失火判定手段 7 1 による判定イメージを示す。筒内圧力波形の燃焼行程のみを示したイメージ図である。特定シリンダの失火発生からそのシリンダにおける失火判定までに失火を連続して検出する必要があるため燃料ガス停止まで T_0 時間を要する。

[0044] 図 5 に、前記同時失火判定手段 7 3 による判定イメージを示す。筒内圧力波形の燃焼行程のみを示したイメージ図である。1 燃焼サイクルのクランク角の期間内における失火シリンダ数をカウントしてその総数が、予め設定された閾値シリンダ数以上のときに複数シリンダが同時失火であると判定する。

複数シリンダの同時失火を判定して、同時失火の場合には全シリンダを遮断してエンジン停止させる。このため燃料ガス停止まで T_1 時間であり、図 4 の個別シリンダ失火判定手段 7 1 による場合よりも短時間でエンジン停止状態に達することができる。

[0045] また、同時失火判定手段 7 3 からの危急停止信号 M 3 はリレー回路 7 5 へ出力されており、個別シリンダ失火判定手段 7 1 のようにエンジンコントローラ 6 5 への出力を介さずにガス供給コントローラ 6 3 に指示信号が出力され、さらに燃料ガス遮断手段 7 7 へ出力されるため、燃料ガス遮断が迅速かつ確実に行われる。

[0046] 同時失火判定手段 7 3 における予め設定された閾値シリンダ数は、複数シリンダの同時失火の判定後の一定サイクル数後（一定時間後）に排気通路 9 内の燃料ガス濃度が可燃域に達する最小シリンダ数に設定される。

[0047] 副燃焼室 4 3 への燃料ガスを供給する副室用ガス供給電磁弁 4 7 や点火プラグ 5 1 の故障等のように着火装置の不具合の場合においては、給気弁 3 9 の開弁によって主燃焼室 3 7 内に導入された燃料ガスと空気との混合ガスが、燃焼せずに未燃ガスとして排気通路 9 に流入する。このため、複数シリンダが同時に失火した場合には、短時間で排気通路 9 において燃料ガス濃度が高まり可燃域に達しやすく、排気通路 9 内での燃焼の危険性が増大し、排気通路 9 内で燃焼した場合には排気通路 9 の損傷や周囲への被害を引き起こすおそれがある。

[0048] このため、前記同時失火判定手段 7 3 の閾値シリンダ数を前述のように複数シリンダの同時失火の判定後の一定サイクル数後（一定時間後）に排気通路 9 内の燃料ガス濃度が可燃域に達する最小シリンダ数に設定することによって、同時失火状態において排気通路 9 内での未燃燃料ガスの燃焼を防止できる。

[0049] なお、前記一定サイクル後の「一定サイクル」とは、同時失火の判定後に実際に燃料ガスが停止されるまでの時間遅れ分に相当する燃焼サイクル数を意味する。つまり、同時失火が発生したと判定してから、ガス供給コントローラ 6 3 の燃料ガス遮断手段 7 7 に指令を発し各シリンダ 7 に設けられている主室用ガス供給電磁弁 1 7 が全て遮断してエンジン停止状態になるまでの時間を意味する。

[0050] また、排気通路 9 内の燃料ガス濃度が可燃域に達する最小シリンダ数は、図 6 に示すように、予め試験によって、失火シリンダ数と前記一定サイクル後（一定時間後）の排気通路 9 内の燃料ガス濃度との関係を求めておき、その関係を基に閾値となる最小シリンダ数を設定する。炭化水素系の燃料ガス（メタン、エタン、ブタン、プロパン等）の場合には、濃度が略 5 ～ 15 % になると排気通路内で排気温度によって自己着火を生じるおそれがあるため、5 % 以上にならないような最小シリンダ数として設定する。

[0051] 図 6 の場合には V 型 1 8 シリンダのガスエンジンの場合を示しており、5 % 以上になる最小シリンダ数として 1 4 シリンダとして設定する。

また、前記閾値シリンダ数の設定の他の例として片バンクのシリンダ数である9シリンダとして設定してもよい。

[0052] このように閾値シリンダ数を片バンクのシリンダ数に設定することによって、例えば電気配線の断線や、電気コネクタの接続不良等のトラブルによって片バンク側だけの副室用ガス供給電磁弁47や点火プラグ51のみが非作動状態の場合においても、燃料ガスの供給を停止して危急停止を行うことで、排気通路9内での燃料ガスの燃焼の危険性を防止できる。

なお、片バンク数が図6の排気通路内燃料ガス濃度を基に設定した最小シリンダ数より大きい時には、安全サイドを採用して閾値シリンダ数とするともよい。

[0053] 制御装置33の制御手順を図3のフローチャートを参照して次に説明する。

まず、ステップS1、ステップS2では、クランク角検出器75によってクランク角度の検出、および筒内圧力検出器59によって各シリンダ7の主燃焼室37内の筒内圧力を検出する。ステップS3で、1燃焼サイクルのパルス信号を検出する。すなわち、クランク軸またはカム軸に設けられたクランク角検出器75から入力されるクランク角検出信号に基づき複数シリンダからなるエンジン3の1燃焼サイクルのクランク角期間（2回転720度）を示すパルス信号を検出する。

[0054] ステップS4で、特定タイミングでの圧力 P_p と基準圧力 P_b との差圧 ΔP_p （ $\Delta P_p = P_p - P_b$ ）を用いて圧力比 $\Delta P_p / \Delta P_o$ が、予め試験等で確認して設定された失火の圧力比の最小値すなわち許容最小圧力比 P_n 以下になったか否かを判定して主燃焼室37内での失火を検出する。この失火判定は多気筒を着火順に従ってシリンダ7毎、筒内圧力検出値を基に行う。

[0055] 失火を検出しない場合にはステップS1に戻り、失火を検出した場合にはステップS5に進んで、1燃焼サイクルにおける失火シリンダ数をカウントする。そして、ステップS6では、そのカウント数が閾値シリンダ数以上か否かが判定される。Noの場合にはステップS5に戻り、Yesの場合に

は複数シリンダが同時失火していると判定して、ステップS 7で危急停止信号M 3をリレー回路7 5に出力して、リレー回路7 5から、ガス供給コントローラ6 3の燃料ガス遮断手段7 7に遮断信号が出力されて全シリンダの主室用ガス供給電磁弁1 7が遮断される。

[0056] なお、発電機5の運転状態によっては、つまり無負荷運転領域や低負荷運転領域や負荷遮断時には、一時的に複数シリンダ7を同時失火状態に制御するため、発電機5の運転状態に応じて制御される失火と区別する必要がある。このため、図7に示すように発電機5からの出力をリレー回路7 5に、または同時失火判定手段7 3に入力して、同時失火判定手段7 3からの出力に対し、または同時失火判定手段7 3の判定自体に制限を掛けて、発電機5の運転状態に応じて制御される失火の場合には、ガス供給コントローラ6 3の燃料ガス遮断手段7 7を作動させないようにするとよい。

このように制御することで、本発明が目的とする排気通路内での燃料ガスの燃焼防止のための燃料ガス遮断制御の信頼性が向上する。

[0057] 以上のように本実施形態によると、複数のシリンダ7からなるエンジン3の1燃焼サイクルのクランク角期間内に閾値シリンダ数以上のシリンダで失火が判定された場合に、同時失火が発生していると判定することで、同時失火を正確に判定でき、全シリンダへの燃料ガスの供給を停止して危急停止を行うことができる。

その結果、未燃の燃料ガスが排気通路9に集中的に流入して、短時間に排気通路において燃料ガス濃度が高まり可燃域することを防止でき、排気通路9内での燃焼の危険性を防止できる。

産業上の利用可能性

[0058] 本発明によれば、燃料ガスと空気とを混合しエンジンの燃焼室内にて燃焼せしめるように構成されたガスエンジンにおいて、1サイクル中に発生する複数シリンダの同時失火を正確に判定して、燃料ガスの供給を停止して、未燃の燃料ガスの排気系統への流入を最小限に抑えて排気通路内での燃焼を防止することができるので、発電機用のガスエンジン、その他ガスエンジンへ

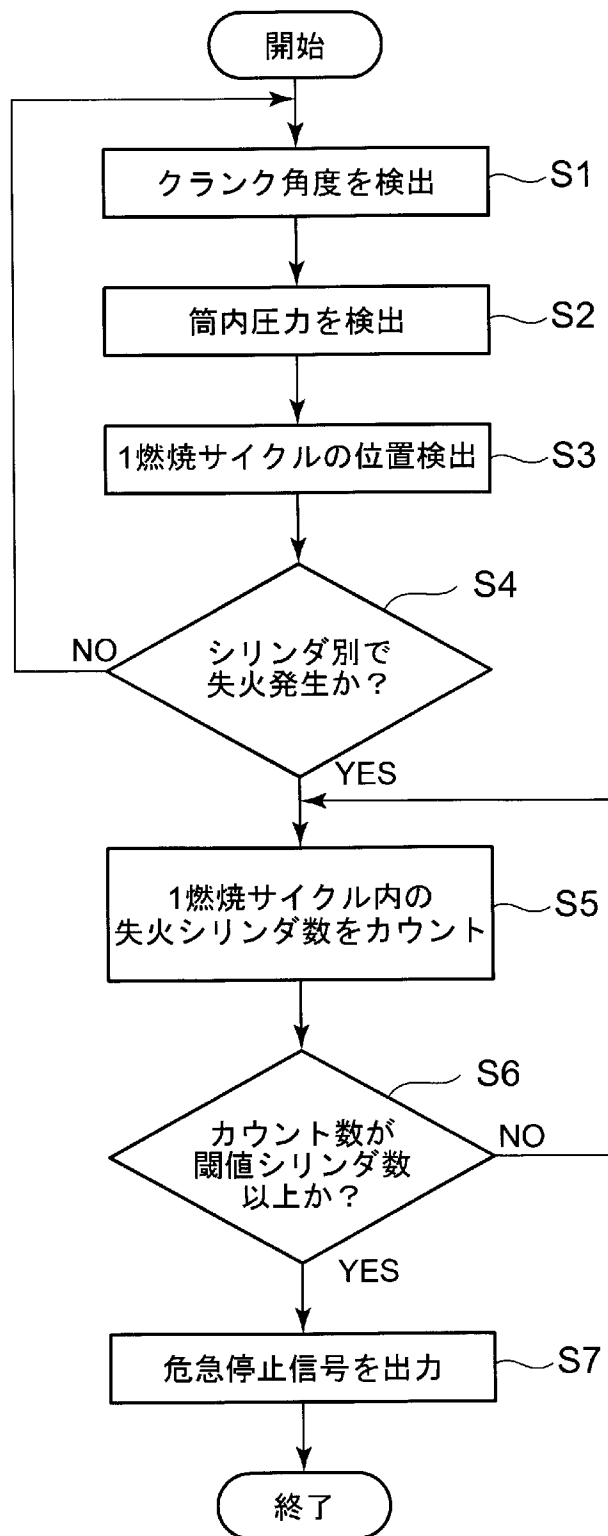
の利用に適している。

請求の範囲

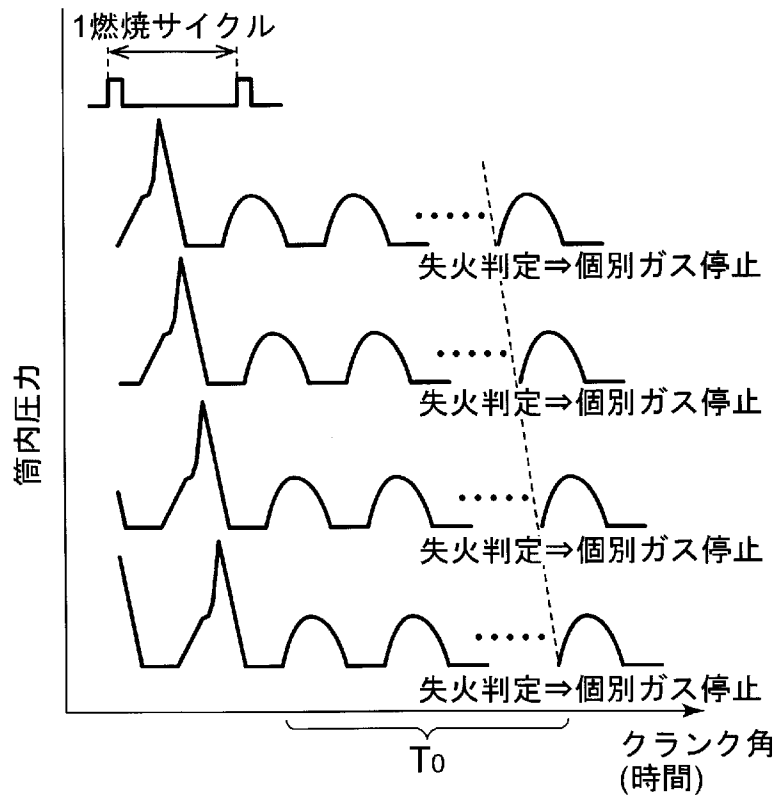
- [請求項1] 燃料ガスと空気とを混合しエンジンの燃焼室内にて燃焼せしめるように構成されたガスエンジンの制御装置において、
- 前記燃焼室内における筒内圧力を検出する筒内圧力検出器と、前記エンジンのクランク角度を検出するクランク角検出器と、を設け、
- 前記クランク角検出器から入力されるクランク角検出値に基づき複数シリンダからなるエンジンの1 燃焼サイクルのクランク角期間を検出するサイクル検出手段と、
- 前記筒内圧力検出器から入力される筒内圧力検出値に基づき、燃焼室内における失火を検出する失火検出手段と、
- 前記失火検出手段によって失火を検出したシリンダの前記1 燃焼サイクル内の総数が予め設定された閾値シリンダ数以上のときに複数シリンダが同時失火であると判定する同時失火判定手段と、
- 該同時失火判定手段によって1 燃焼サイクル中に複数シリンダが同時に失火していると判定したとき全てのシリンダへの燃料ガスの供給を遮断する燃料ガス遮断手段と、を備えたことを特徴とするガスエンジンの制御装置。
- [請求項2] 前記同時失火判定手段の閾値シリンダ数は複数シリンダの同時失火を判定した後の一定サイクル後に排気通路内の燃料ガス濃度が可燃域に達する最小シリンダ数であることを特徴とする請求項1 記載のガスエンジンの制御装置。
- [請求項3] 前記エンジンがV型エンジンからなり、前記同時失火判定手段の閾値シリンダ数は片バンクのシリンダ数であることを特徴とする請求項1 記載のガスエンジンの制御装置。
- [請求項4] 前記ガスエンジンが発電機を駆動するエンジンであり、発電機が所定の運転領域の運転状態の場合には前記同時失火判定手段の判定結果を採用しないことを特徴とする請求項1 記載のガスエンジンの制御装置。

- [請求項5] 燃料ガスと空気とを混合しエンジンの燃焼室内にて燃焼せしめるように構成されたガスエンジンの制御方法において、
- クランク角検出器から入力されるクランク角検出値に基づき複数シリンダからなるエンジンの1 燃焼サイクルのクランク角期間を検出するステップと、
- 筒内圧力検出器から入力される筒内圧力検出値に基づき、燃焼室内における失火を検出するステップと、
- 前記1 燃焼サイクルにおいて失火を検出したシリンダ数をカウントするステップと、
- カウントの総数が予め設定された閾値シリンダ数以上のときに複数シリンダが同時失火していると判定するステップと、
- 1 燃焼サイクル中に複数シリンダが同時に失火していると判定したとき全てのシリンダへの燃料ガスの供給を遮断するステップと、を備えたことを特徴とするガスエンジンの制御方法。
- [請求項6] 前記同時失火の判定における閾値シリンダ数は複数シリンダの同時失火を判定した後の一定サイクル後に排気通路内の燃料ガス濃度が可燃域に達する最小シリンダ数であることを特徴とする請求項5 記載のガスエンジンの制御方法。
- [請求項7] 前記1 燃焼サイクルにおける各シリンダの失火検出は着火順序毎に筒内圧力検出器から入力される筒内圧力検出値に基づき行うと共に、複数シリンダの同時失火の判定は1 燃焼サイクル毎に判定することを特徴とする請求項5 記載のガスエンジンの制御方法。

[図3]

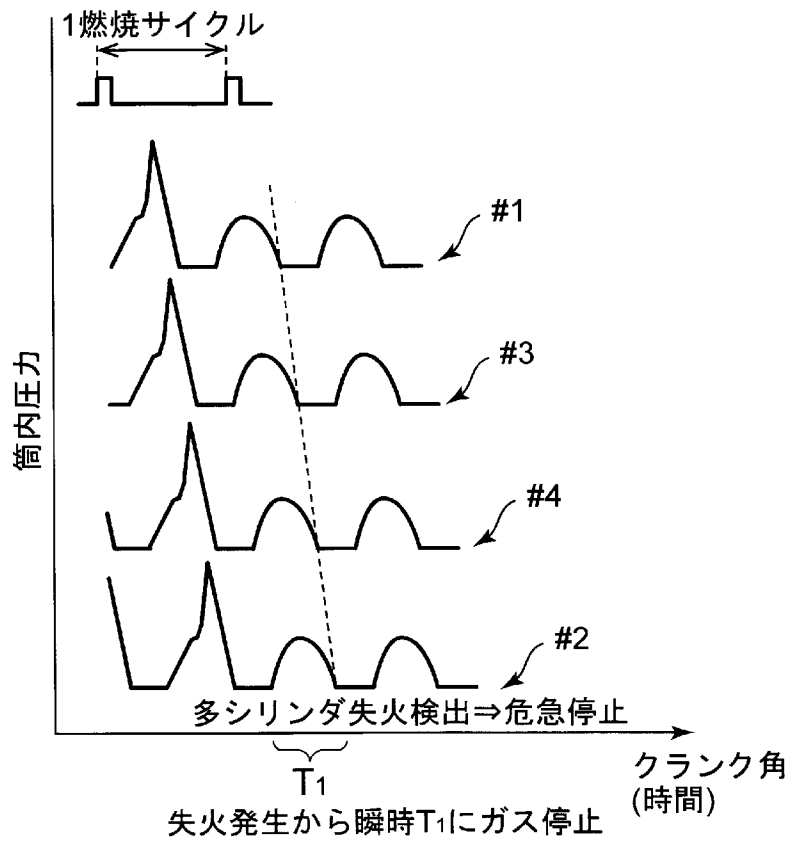


[図4]

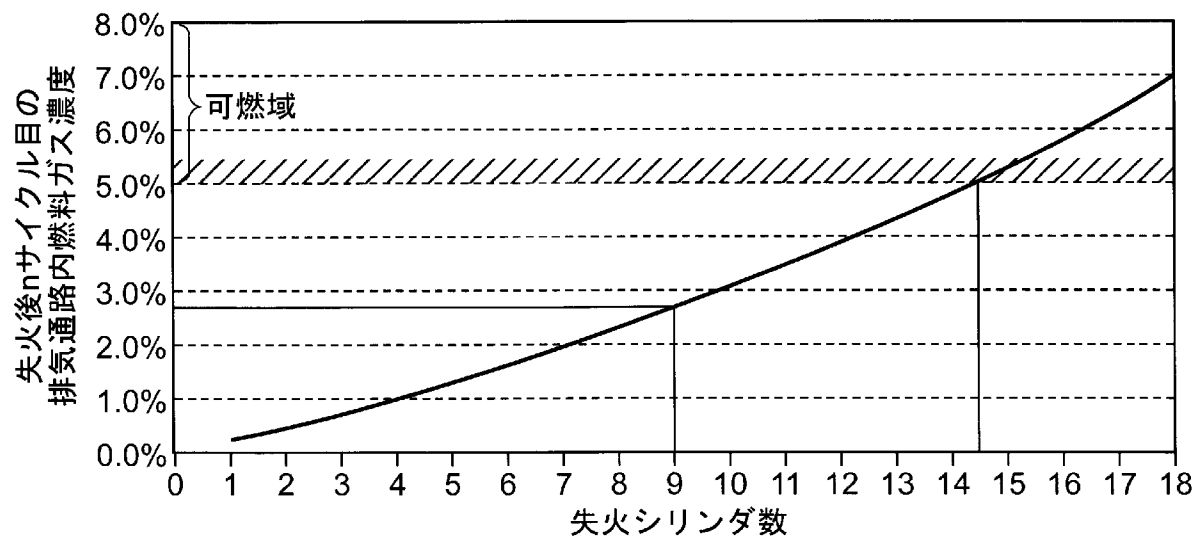


失火発生からガス停止するまでに時間 T_0 を要する

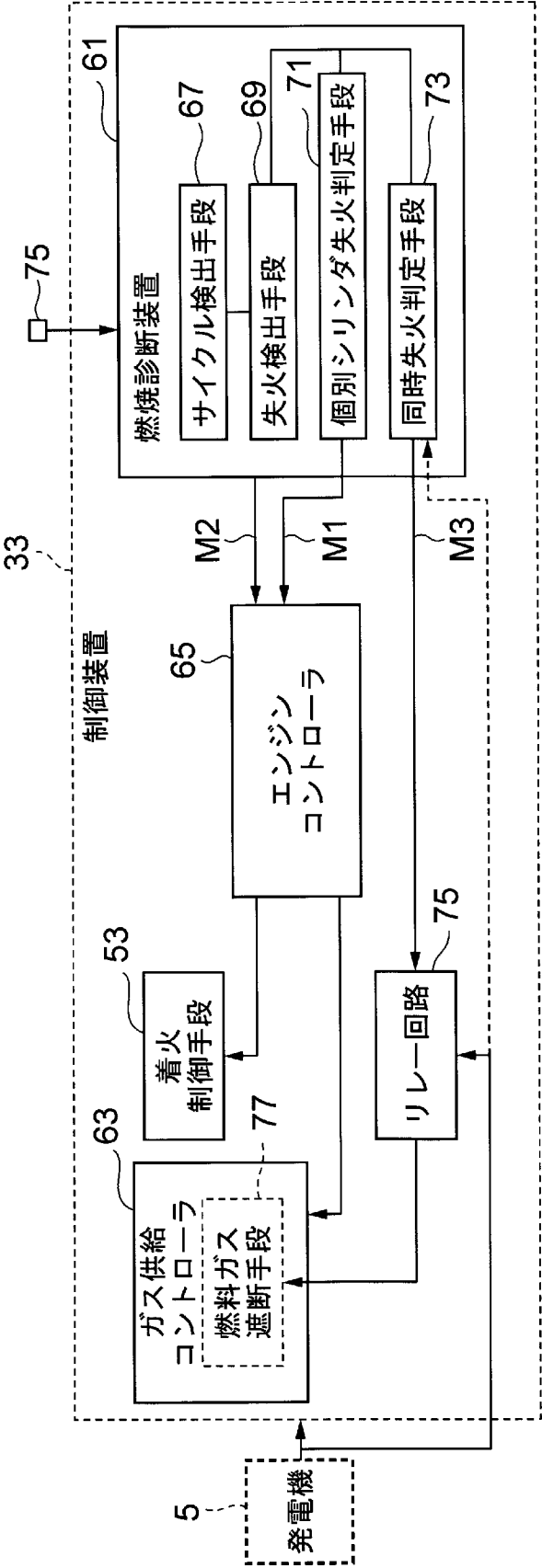
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/053669

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D45/00 (2006.01) i, F02D19/02 (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)

F02D45/00, F02D19/02

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 2009-203883 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 10 September 2009 (10.09.2009), paragraphs [0025] to [0036]; fig. 2, 6 (Family: none)	1, 3-5, 7 2, 6
Y A	JP 2001-12292 A (Yamaha Motor Co., Ltd.), 16 January 2001 (16.01.2001), abstract (Family: none)	1, 3-5, 7 2, 6

☐ 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
06 March, 2013 (06.03.13)

Date of mailing of the international search report
19 March, 2013 (19.03.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. F02D45/00(2006.01)i, F02D19/02(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（I P C））

Int.Cl. F02D45/00, F02D19/02

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 2009-203883 A（三菱重工業株式会社）2009.09.10, 【0025】-【0036】，【図2】，【図6】（ファミリーなし）	1, 3-5, 7 2, 6
Y A	JP 2001-12292 A（ヤマハ発動機株式会社）2001.01.16, 【要約】（ファミリーなし）	1, 3-5, 7 2, 6

☐ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

06.03.2013

国際調査報告の発送日

19.03.2013

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（I S A/J P）
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）

寺川 ゆりか

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

3Z

3219