

(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9月25日(25.09.2014)



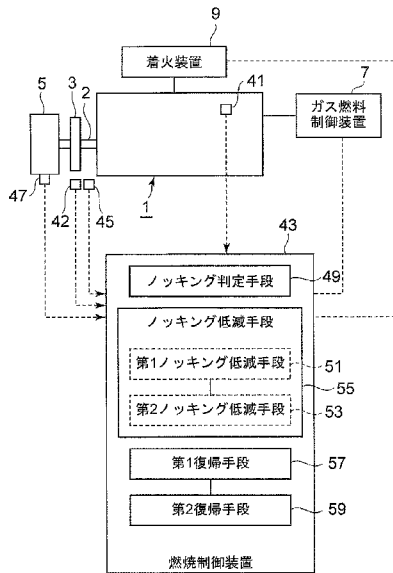
(10) 国際公開番号
WO 2014/148191 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 41/36 (2006.01) F02D 41/22 (2006.01)
F02D 19/02 (2006.01) F02D 45/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/054049
- (22) 国際出願日: 2014年2月20日(20.02.2014)
- (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 2013-056776 2013年3月19日(19.03.2013) 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16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 鈴木 元 (SUZUKI, Hajime); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 西尾 秀樹 (NISHIO, Hideki); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16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16番13号アンバサダー六本木1003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, 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,

[続葉有]

(54) Title: FUEL CONTROL DEVICE FOR GAS ENGINE

(54) 発明の名称: ガスエンジンの燃焼制御装置



(57) Abstract: With the objective of preventing falling into an unstable combustion state such as a flame out during a recovery by suitably performing recovery control while recovering to an optimum operation by once again increasing the amount of gas fuel to a cylinder in which knocking is occurring after having halted or reduced the amount of gas fuel, the present invention is characterized by being provided with: a knocking determination means (49) that determines the occurrence of knocking; a knocking reduction means (55) that halts or reduces the supply of gas fuel to a cylinder in which knocking is occurring and reduces the supply of gas fuel to another cylinder in which knocking is not occurring; a first recovery means (57) that causes recovery from the state of gas fuel being halted or reduced in the cylinder in which knocking is occurring; and a second recovery means (59) that causes recovery from the state of gas fuel being reduced in the other cylinder that is not the cylinder in which knocking is occurring. The present invention is further characterized by the recovery time of the first recovery means (57) being shorter than the recovery time of the second recovery means (59), and the recovery of the cylinder in which knocking is occurring being prioritized.

(57) 要約:

[続葉有]

- 7 Gas fuel control device
- 9 Ignition device
- 43 Combustion control device
- 49 Knocking determination means
- 51 First knocking reduction means
- 53 Second knocking reduction means
- 55 Knocking reduction means
- 57 First recovery means
- 59 Second recovery means

WO 2014/148191 A1



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))

ノッキング発生気筒に対するガス燃料の停止若しくは減少を実施した後に、再度増量させて最適運転に復帰する際の復帰制御を適切に行うことで、復帰時において失火等の不安定燃焼状態に陥ることを防止することを目的とし、ノッキングの発生を判定するノッキング判定手段(49)と、ノッキング発生気筒に対してガス燃料の供給を停止または減少させるとともに、ノッキング発生のない他の気筒に対してもガス燃料の供給を減少させるノッキング低減手段(55)と、ノッキング発生気筒においてガス燃料の停止または減少状態から復帰させる第1復帰手段(57)と、ノッキング発生気筒以外の他の気筒においてガス燃料の減少状態から復帰させる第2復帰手段(59)と、を備え、第1復帰手段(57)における復帰時間を第2復帰手段(59)の復帰時間より短くし、ノッキング発生気筒の復帰を優先して行うことを特徴とする。

明 細 書

発明の名称： ガスエンジンの燃焼制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、ガスエンジンの燃焼制御装置に関し、特に、ノッキングに対する燃焼制御装置に関する。

背景技術

[0002] 主燃料として、天然ガスや都市ガスを用いたガスエンジンによる発電設備がクリーンエネルギー源の観点から設置されている。

安定かつ効率的な運転を行わせるために、各気筒に設けられ燃料供給弁の制御、および着火タイミングの制御を行っているが、ノッキングや失火等の異常燃焼が生じることがある。このノッキングや失火等の異常燃焼を早期に検出して、回避することが必要である。

[0003] ノッキングの回避のために、ノッキングを生じた気筒に対してガス燃料の供給を停止したり減少させ、また、着火タイミングを遅角させたりすることがある。例えば、特許文献1（特許第4688916号公報）、特許文献2（特許第4247842号公報）が知られている。

[0004] この特許文献1には、ガスエンジンの気筒毎に排気温度を検出するとともに、ノッキングまたは失火が出現した気筒を検出し、排気温度が最大である気筒に対する燃料供給量を減少させ、排気温度が最小である気筒に対する燃料供給量を増加させる負荷平準化制御を実行するとともに、ノッキングまたは失火が発生した気筒に対して、燃料の供給を所定期間停止または減少させる。さらに、このノッキングまたは失火対策をしている気筒を前記負荷平準化制御の気筒から除外して実施することが示されている。

[0005] また、特許文献2には、ガスエンジンのノッキング制御装置について示され、ノッキングセンサーによって検出されたノッキングの大きさが、所定値以上のノッキングの発生頻度の計算値を基に、各シリンダでの発生頻度の平均値と、当該シリンダでの発生頻度とを比較して、当該シリンダでの発生頻

度が発生頻度の平均値より所定頻度以上であれば、当該シリンダに対してガス噴射量を低減させ、当該シリンダでの発生頻度が発生頻度の平均値より所定頻度以下であれば、当該シリンダに対するガス噴射量を増加させることが示されている。

また、同様にパイロット燃料噴射時期における噴射時期について、および火花点火時期の点火時期について、遅らすことおよび進めることが開示されている。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特許第4688916号公報
特許文献2：特許第4247842号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] しかし、前述の特許文献1、および特許文献2においては、いずれもノッキングもしくは失火が生じた際の対策技術として、ノッキングを生じた気筒に対してガス燃料の供給を停止したり減少させ、また、着火タイミングを遅角させたりすることを開示するものであり、対策制御を実行した後再び、ガス燃料の増量もしくはガス燃料の噴射タイミングや点火タイミングを復帰させる復帰制御までは開示していない。
- [0008] また、この復帰制御を適切に行わないと復帰時に再度失火やノッキングが生じる問題がある。特に、ノッキングの対策としてガス燃料の供給を、停止または減少させることによって、燃焼室内の温度が低下する。このため、ガス燃料の復帰制御において単に増量しただけでは復帰の際に失火等の異常燃焼が再度生じる恐れがある。
- [0009] そこで、本発明はかかる技術的課題に鑑みなされたものであり、ガスエンジンにおけるノッキング対策としてノッキング発生気筒に対するガス燃料の停止若しくは減少を実施した後に、再度増量させて最適運転に復帰する際の

復帰制御を適切に行うことで、復帰時において失火等の不安定燃焼状態に陥ることを防止するガスエンジンの燃焼制御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

[0010] 本発明はかかる課題を解決するためになされたものであり、ガスエンジンの燃焼制御装置において、各気筒のノッキングの発生を判定するノッキング判定手段と、該ノッキング発生判定手段によってノッキングの発生を判定したときに、ノッキング発生気筒に対してガス燃料の供給を停止または減少させるとともに、ノッキング発生のない他の気筒に対してガス燃料の供給を減少させるノッキング低減手段と、前記停止または減少後にノッキングが発生していないと判定したときに、前記ノッキング発生気筒においてガス燃料の停止または減少状態から復帰させる第1復帰手段と、前記ノッキング発生気筒以外の他の気筒においてガス燃料の減少状態から復帰させる第2復帰手段と、を備え、前記第1復帰手段における復帰時間を前記第2復帰手段の復帰時間より短くし、ノッキング発生気筒の復帰を優先して行うことを特徴とする。

[0011] 本発明によれば、ノッキングの発生を判定したときに、ノッキング発生気筒に対してガス燃料の供給を停止または減少させるとともに、ノッキング発生のない他の気筒に対してもガス燃料の供給を減少させる。

これによって、ノッキング発生気筒に対する空燃比がリーン側にシフトしてノッキングの発生が抑えられる。また、ノッキング発生のない他の気筒に対しても、過負荷を防止するために所定の発電出力低下による負荷下げの指示により、ガス燃料が低減される。

[0012] このガス燃料の減少若しくは停止によってノッキングの発生が抑制され、その後に、ノッキング判定手段によってノッキングが発生していないと判定したときには、その低減もしくは停止したガス燃料の供給を回復させて、元の状態すなわち要求負荷に対する要求ガス燃料量まで復帰させる。

[0013] この復帰は、ノッキング発生気筒においては、第1復帰手段によってガス

燃料の停止または減少状態から回復させ、ノッキング発生気筒以外の他の気筒においては、第2復帰手段によってガス燃料の減少状態から復帰させる。そして、第1復帰手段における復帰時間を第2復帰手段の復帰時間より短くし、ノッキング発生気筒の復帰を優先して行う。

このため、まずノッキングが発生した気筒を復帰させて、再度異常が発生しなければ、つまり再度ノッキングや、失火等の異常燃焼が再発しないかを確認してから、ノッキング発生のない他の気筒に対しても復帰を終了させるようにできる。従って、復帰制御を確実に安定的に行うことができる。

[0014] また、本発明において、好ましくは、前記第1復帰手段および第2復帰手段は、前記ノッキング低減手段によってガス燃料を停止または減少した後の所定時間内に、ノッキングの発生がないときに復帰制御を開始するように構成するとよい。

[0015] このように、ノッキング低減手段によってガス燃料を停止または減少した後に所定時間の待機時間を設けることで、その間に再発がないかを判定できるため、復帰制御を確実に安定的に行うことができる。

[0016] また、本発明において、好ましくは、前記第1復帰手段におけるガス燃料の増加率を、前記第2復帰手段におけるガス燃料の増加率より大きく設定するとよい。

[0017] このように、第1復帰手段におけるガス燃料の増加率を、第2復帰手段におけるガス燃料の増加率より大きくすることで、第1復帰手段における復帰時間を第2復帰手段の復帰時間より短くできる。

さらに、第1復帰手段を短時間で、例えば復帰制御を開始後2～3秒間で復帰するように設定するとよい。ガス燃料を絞ることで、ノッキング対策は有効にできるが、反面燃焼温度の低下によって燃焼室内温度が低下しているため、復帰時に徐々にガス燃料を増量していくと、燃焼の不安定性が顕著に現れ、失火するおそれがある。このため、一気にガス燃料の増量を実施することで、このような不安定な復帰を回避できる。

[0018] また、本発明において、好ましくは、前記ノッキング低減手段によるガス

燃料低減量は、ノッキング発生気筒に対する方がノッキング発生のない他の気筒より大きく設定されるとよい。

[0019] ノッキング発生気筒に対しては、ノッキングを抑制するために、空燃比をリーン側にシフトするためのガス燃料低減量であり、ノッキングの発生していない他の気筒に対しては、ノッキングを生じている気筒が1気筒であるとすると、その分だけ他の気筒の負荷分担が増加して過負荷になることを防止するために、発電出力の負荷下げに伴う低減量である。

従って、ノッキング発生気筒に対する方がノッキング発生のない他の気筒より大きく設定されることによって、ノッキングの低減制御を効果的に行うことができる。

[0020] また、本発明において、好ましくは、前記所定時間内にノッキングが再発した場合に、その時点において前記ノッキング低減手段によって設定されるガス燃料の低減量をさらに付加して低減させるとよい。

[0021] このように、待機時間中にノッキングが再発した場合には、その時点において、さらにガス燃料供給量を低減することでノッキングの低減と、その後の復帰制御とを安定的に行うことができる。

発明の効果

[0022] 本発明によれば、ガスエンジンにおけるノッキング対策としてノッキング発生気筒に対するガス燃料の停止若しくは減少を実施した後に、再度増量させて最適運転に復帰する際の復帰制御を適切に行うことで、復帰時において失火等の不安定燃焼状態に陥ることを防止することができる。

[0023] すなわち、第1復帰手段によってガス燃料の停止または減少状態から復帰させ、ノッキング発生気筒以外の他の気筒においては、第2復帰手段によってガス燃料の減少状態から復帰させる。

ガス燃料を増量して復帰させる際に、第1復帰手段における復帰時間を第2復帰手段の復帰時間より短くして、ノッキングが発生した気筒の復帰を優先させて終了するようにし、ノッキングの再発を確認してから、ノッキング発生のない他の気筒の復帰を終了させるようにできる。これによって、復帰

制御を確実かつ安定的に行うことができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本発明の第1実施形態に係るガスエンジンの燃焼制御装置の全体構成を示すシステム図である。

[図2]図1に示すガスエンジンの燃焼室周りの構造を示す一部断面説明図である。

[図3]燃焼制御装置のフローチャートである。

[図4]復帰手段によるガス燃料の復帰状態を示し、(A)はノッキング発生気筒以外の他の気筒の場合を示し、(B)はノッキング発生気筒の場合を示し、(C)は比較例を示す。

[図5]横軸に空燃比 λ 、縦軸にエンジン出力 P をとって、ノッキング領域と失火領域を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、本発明に係る実施形態について図面を用いて詳細に説明する。なお、以下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。

[0026] 図1は、本発明の第1実施例に係るガスエンジンの燃焼制御装置の全体構成を示し、図2は燃焼室周りの部分断面図である。

図1において、ガスエンジン（以下単にエンジンという）1は、天然ガスや都市ガス等のガス燃料を主燃料とする、多気筒4サイクルエンジンである。エンジン1のクランクシャフト2にはフライホイール3が備えられ、フライホイール3には発電機5が直接取り付けられている。

また、エンジン1の各気筒内に供給するガス燃料の供給量を制御するガス燃料制御装置7、および各気筒内に供給されたガス燃料を着火する着火装置9が設けられている。

[0027] 図2に示すように、シリンダ11内を往復摺動自在に嵌合されたピストン13、ピストン13の上面とシリンダブロック15の内面との間に区画形成

される主燃焼室 17、該主燃焼室 17 に接続された吸気ポート 19、該吸気ポート 19 を開閉する吸気弁 21 等を備えている。

[0028] また、吸気ポート 19 の上流側の給気管 23 には、ガスマキサー 25 が設置され、ガス供給管 27 が接続され、該ガス供給管 27 に設けられて燃料ガスを調整するガス調整弁 29 を通して供給された燃料ガスと、給気管 23 を通して供給された空気とがガスマキサー 25 で予混合される。

そして、吸気ポート 19 を経て吸気弁 21 に達し、吸気弁 21 の開弁によって主燃焼室 17 に予混合された混合ガスが供給される。

なお、図 2 に示した給気管 23、ガス供給管 27、該ガス供給管 27 に設けられたガス調整弁 29、およびガスマキサー 25 は、それぞれの気筒毎に設けられている。

[0029] また、各気筒の主燃焼室 17 の上部を形成するシリンダベッド 31 には、着火装置 9 がそれぞれの気筒毎に設けられている。この着火装置 9 は、図示しない副燃焼室（副室）および点火プラグを設けた構造となっており、副室内に供給された副室用の燃料ガスを点火プラグによって着火して、副室内で生成された火炎が主燃焼室 17 内に噴射されて、主燃焼室 17 内の混合ガスを燃焼する構造になっている。

[0030] この着火装置 9 は、回転数センサ 42、クランク角センサ 45、負荷センサ 47 からの信号を基に、適切なタイミングで点火プラグによって着火されて火炎を主燃焼室 17 内に噴射するようになっている。

[0031] また、主燃焼室 17 には排気ポート 35 が接続され、排気弁 37 の開弁によって燃焼後の排ガスが主燃焼室 17 から排出されるようになっている。また、排気ポート 35 の下流側には図示されない排気管 39 が接続され、排気管 39 には図示されない排気過給機が装着されている。

[0032] また、主燃焼室 17 内の筒内圧力を検出する筒内圧センサ 41 が気筒毎に設置され、フライホイール 3 には、エンジン回転数を検出する回転数センサ 42、およびクランク角センサ 45 が設けられ、発電機 5 には、発電機 5 の負荷つまりエンジン負荷を検出する負荷センサ 47 が設けられている。

これら各センサからの信号は、後述する燃焼制御装置43に入力されている。

[0033] 次に、以上の構成を備えたエンジン1における燃焼制御装置43について説明する。

燃焼制御装置43は、図1に示すように、主に、前記筒内圧センサ41からの信号を基に各気筒の主燃焼室17内の筒内圧力の変化から燃焼状況が異常燃焼状態、特にノッキングを発生しているか否かを判定するノッキング判定手段49を備えている。

[0034] また、このノッキング判定手段49によってノッキングの発生を判定したときに、ノッキング発生気筒に対してガス燃料の供給を停止または減少させる第1ノッキング低減手段51と、ノッキング発生気筒以外の他の気筒に対してガス燃料の供給を減少させる第2ノッキング低減手段53と、から構成されるノッキング低減手段55を有している。

[0035] 第1ノッキング低減手段51はノッキング発生している気筒に対して、ガス燃料の停止、または減少を行う。従って、ガス供給管27に設けられたガス調整弁29の開度を制御することで、ガス燃料の停止、または減少を行う。

[0036] 例えば、ノッキングが発生したと判定した時点で、その時の供給量に対して2~3%の減少を行うように低減率を設定しておくもよい。また、減少制御が複雑化するため、一律にガス燃料の供給を停止処理としてもよい。

この2~3%の減少量はノッキングを抑制するために、空燃比をリーン側にシフトするために必要なガス燃料低減量である。

[0037] また、第2ノッキング低減手段53は、ノッキング発生気筒以外の他の気筒に対して、ガス燃料の減少を行う。この場合には、ノッキングは発生していない気筒であるため、空燃比をリーン側にシフトするためのガス燃料の低減ではなく、ノッキングを生じている気筒が1気筒であるとすると、その分だけ他の気筒の負荷分担が増加されることで（カバナ機構が作動して他の気筒の負荷が増大することで）過負荷になることを防止するため、発電出力の

負荷下げを行う。

[0038] 例えば、約50%負荷で運転中に18気筒中の1気筒がノッキングでガス燃料の供給を停止した場合を想定すると、発電出力の2~3%KWの負荷下げを行い、それに見合うガス燃料の低減量として設定される。

以上のように、ノッキング発生気筒と、ノッキング発生気筒以外の他の気筒とに対するガス燃料の低減量を異ならして低減することで、効率良いノッキングの抑制効果が得られる。

[0039] さらに、前記第1、第2ノッキング低減手段51、53によるガス燃料の停止または減少の状態です所定時間待機している間に、再発つまりノッキングの発生がないと判定したときに、前記ノッキング発生気筒においてガス燃料の停止または減少状態から、ノッキング発生前のガス燃料量まで復帰させる第1復帰手段57と、前記ノッキング発生気筒以外の他の気筒においてもガス燃料の減少状態から、トルク下げ前のガス燃料量まで復帰させる第2復帰手段59と、を備えている。

[0040] そして、燃焼制御装置43は、さらに、前記第1復帰手段57における復帰時間を前記第2復帰手段59の復帰時間より短くし、ノッキング発生気筒の復帰をノッキング発生のない他の気筒に優先して行うように構成されている。

[0041] このように、まずノッキングが発生した気筒に対して復帰するようにして、再度異常が発生しなければ、つまり再度ノッキングや、失火等の異常燃焼が発生しないかを確認してから若しくは確認しながら、ノッキング発生のない他の気筒に対しても復帰を終了させるようにしている。従って、復帰制御を確実にかつ安定的に行うことができる。

[0042] また、燃焼制御装置43の前記第1ノッキング低減手段51、第2ノッキング低減手段53、さらに、第1復帰手段57、第2復帰手段59によるガス燃料の低減や復帰は、ガス燃料制御装置7を構成する前記ガス調整弁29の開度を制御することで行われる。

[0043] 次に、図3のフローチャートを参照して、燃焼制御装置43の制御フロー

について説明する。

まず、運転を開始すると、ステップS 1で、各気筒の筒内圧を検出する。ステップS 2で、ノッキングの判定を行い、ノッキングが発生しているか否かが判定され、発生するまで繰り返され、発生している場合には、ステップS 3で、ノッキング発生気筒を特定する。

[0044] 次に、ステップS 4で、ノッキング発生気筒に対するガス燃料量の低減若しくは停止を行い、空燃比をリーンにシフトする（図4（B）のタイムチャートのt 0）。その後ステップS 5で、ガス量低減もしくは停止状態で一定時間待機する（図4（B）のタイムチャートのt 0～t 1）。

[0045] そして、ステップS 6で、その待機中にノッキングが発生したか否かを判定する。ステップS 6でノッキングが発生していないと判定した場合には、ステップS 7で、時間t a（図4（B）のタイムチャートのt 1～t 2）で復帰させる。次のステップS 8ではその復帰作動中に、ノッキングが発生しているか否かを判定する。

ステップS 8でノッキングが発生していなければ、ステップS 9で復帰は完了したとして終了する。

また、ステップS 8でノッキングが発生していると判定すれば、ステップS 4に戻って繰り返す。

[0046] 一方、ステップS 3で、ノッキング発生気筒を特定した後に、次に、ステップS 10で、ノッキング発生のない他の気筒に対するガス燃料量の低減が行われる（図4（A）のタイムチャートのt 0）。このガス燃料量の低減は、過負荷を防止するために発電出力の2～3%KWの負荷下げに見合うガス燃料の低減量として設定される。

その後、ステップS 11で、ガス量低減状態で一定時間待機する（図4（A）のタイムチャートのt 0～t 1）。

[0047] そして、ステップS 12で、その待機中にノッキングが発生したか否かを判定する。ステップS 12でノッキングが発生していないと判定した場合には、ステップS 14で時間t b（図4（A）のタイムチャートのt 1～t 3

) かけて復帰させる。次のステップS 15ではその復帰作動中に、ノッキングが発生しているか否かを判定する。

ステップS 15でノッキングが発生していなければ、ステップS 16で復帰は完了したとして終了する。

また、ステップS 15でノッキングが発生していると判定すれば、ステップS 10に戻って繰り返す。

以上のステップS 10～S 16は、ステップS 4～S 9と同様の処理の流れになっている。

[0048] また、ステップS 6、およびステップS 12において、待機中にノッキングが発生した場合には、ステップS 13に進んで、全気筒に対して、一定の負荷下げを行いそれに伴うガス燃料量の低下を実行する。

[0049] 図4に、第1復帰手段57、第2復帰手段59による復帰状態を示す。

(A)はノッキング発生気筒以外の他の気筒に対するものであり、第2復帰手段59による場合を示し、(B)はノッキング発生気筒に対するものであり、第1復帰手段57による場合を示し、(C)は比較例として、全気筒に対して一定の負荷下げに沿ったガス燃料の供給量を減少させる例を示す。

[0050] 図4(C)の比較例は、図に示すように、全気筒に対して、一定の負荷下げを行ってから、待機時間経過後に、復帰時間 t_b (本発明では復帰時間 t_a より長い時間)をかけて復帰するので、燃焼室内温度が低下している状態から、復帰時に徐々にガス燃料を増量していくこととなり、燃焼の不安定性が現れ、失火を生じやすい。

本実施形態のように、復帰時間 t_a (復帰時間 t_b より短い時間)で一気にガス燃料の増量を実施することで、このような不安定な復帰を回避できる。

[0051] また、図4(A)、(B)に示すように、第1復帰手段57および第2復帰手段59の復帰開始時を t_1 と同時に開始しているが、(A)に示す第2復帰手段59の開始時点、第1復帰手段57による復帰が完了する t_2 時点から開始するようにしてもよい。このように、第1復帰手段57による復

帰が完了する t 2 時点から開始するようにすることで、ノッキング発生気筒での復帰中にノッキングや失火の再発が生じないことを確認でき、その後ノッキング発生気筒以外の他の気筒を復帰させることで、復帰制御が安定して確実に行うことができる。

[0052] 図5には、エンジン1の異常燃焼（ノッキング、失火）が生じる領域を示し、横軸に空燃比 λ 、縦軸にエンジン出力Pをとってそれぞれの領域を示している。

本実施形態のエンジン1は、高出力運転をしており、P1の点で、ほぼ一定回転で運転されている。発電負荷や環境条件の変動等で、ノッキング領域の運転点P2に移動しやすい。ノッキング領域へ移動した場合には、ノッキング領域から通常運転領域へは、出力低下若しくは空燃比のリーン化によって対応する必要がある。

本実施形態では、ノッキング発生気筒に対して、その運転時点のガス燃料量に対して2～3%の減少によって、空燃比をリーン側にシフトして、ノッキングを回避することを行っている。

[0053] 以上の本実施形態によれば、エンジン1におけるノッキング対策としてノッキング発生気筒に対するガス燃料の停止若しくは減少を実施し、その後の最適運転への復帰制御において、ガス燃料を適切に増量するため復帰に失火等の不安定燃焼状態に陥ることを防止できる。

[0054] すなわち、第1復帰手段57によってガス燃料の停止または減少状態から復帰させ、ノッキング発生気筒以外の他の気筒においては、第2復帰手段59によってガス燃料の減少状態から復帰させる。

その復帰の際に、第1復帰手段57における復帰時間を第2復帰手段59の復帰時間より短くし、ノッキングが発生した気筒の復帰を優先し、その次にノッキング発生のない他の気筒の復帰を終了させるようにしているので、復帰制御を確実にかつ安定的に行うことができる。

産業上の利用可能性

[0055] 本発明によれば、ガスエンジンにおけるノッキング対策としてノッキング

発生気筒に対するガス燃料の停止若しくは減少を実施した後に、再度増量させて最適運転に復帰する際の復帰制御を適切に行うことで、失火等の不安定燃焼状態に陥ることを防止できるので、発電機用のガスエンジンの燃焼制御装置への利用に適している。

符号の説明

- [0056]
- 1 エンジン（ガスエンジン）
 - 5 発電機
 - 7 ガス燃料制御装置
 - 9 着火装置
 - 4 1 筒内圧センサ
 - 4 2 回転数センサ
 - 4 3 燃焼制御装置
 - 4 5 クランク角センサ
 - 4 7 負荷センサ
 - 4 9 ノッキング判定手段
 - 5 1 第1 ノッキング低減手段
 - 5 3 第2 ノッキング低減手段
 - 5 5 ノッキング低減手段
 - 5 7 第1 復帰手段
 - 5 9 第2 復帰手段

請求の範囲

[請求項1]

ガスエンジンの燃焼制御装置において、
各気筒のノッキングの発生を判定するノッキング判定手段と、
該ノッキング発生判定手段によってノッキングの発生を判定したときに、ノッキング発生気筒に対してガス燃料の供給を停止または減少させるとともに、ノッキング発生のない他の気筒に対してガス燃料の供給を減少させるノッキング低減手段と、
前記停止または減少後にノッキングが発生していないと判定したときに、前記ノッキング発生気筒においてガス燃料の停止または減少状態から復帰させる第1復帰手段と、
前記ノッキング発生気筒以外の他の気筒においてガス燃料の減少状態から復帰させる第2復帰手段と、を備え、
前記第1復帰手段における復帰時間を前記第2復帰手段の復帰時間より短くし、ノッキング発生気筒の復帰を優先して行うことを特徴とするガスエンジンの燃焼制御装置。

[請求項2]

第1復帰手段および第2復帰手段は、前記ノッキング低減手段によってガス燃料を停止または減少した後の所定時間内に、ノッキングの発生がないときに復帰制御を開始するように構成したことを特徴とする請求項1記載のガスエンジンの燃焼制御装置。

[請求項3]

前記第1復帰手段におけるガス燃料の増加率を、前記第2復帰手段におけるガス燃料の増加率より大きく設定したことを特徴とする請求項1記載のガスエンジンの燃焼制御装置。

[請求項4]

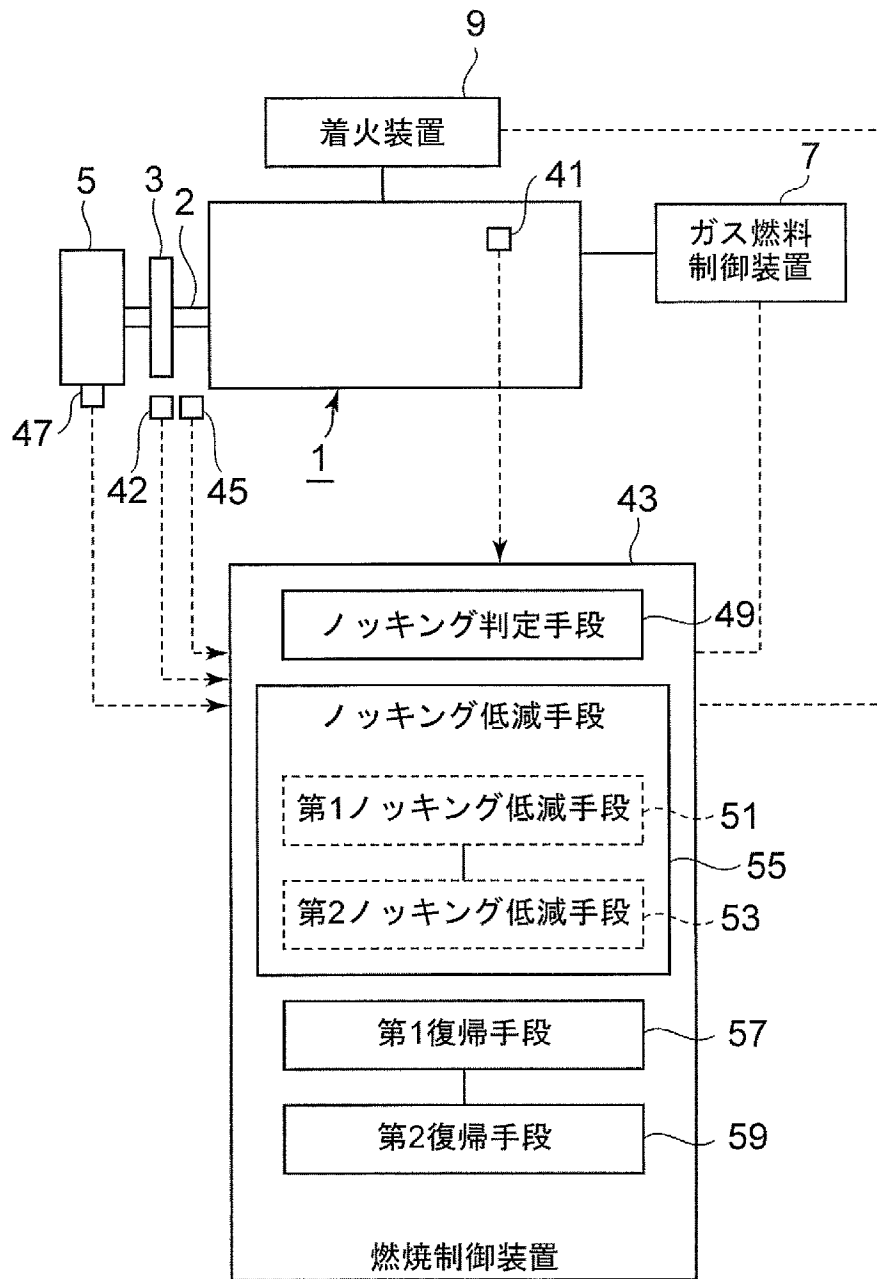
前記ノッキング低減手段によるガス燃料低減量は、ノッキング発生気筒に対する方がノッキング発生のない他の気筒より大きく設定されることを特徴とする請求項1乃至3の何れか1項記載のガスエンジンの燃焼制御装置。

[請求項5]

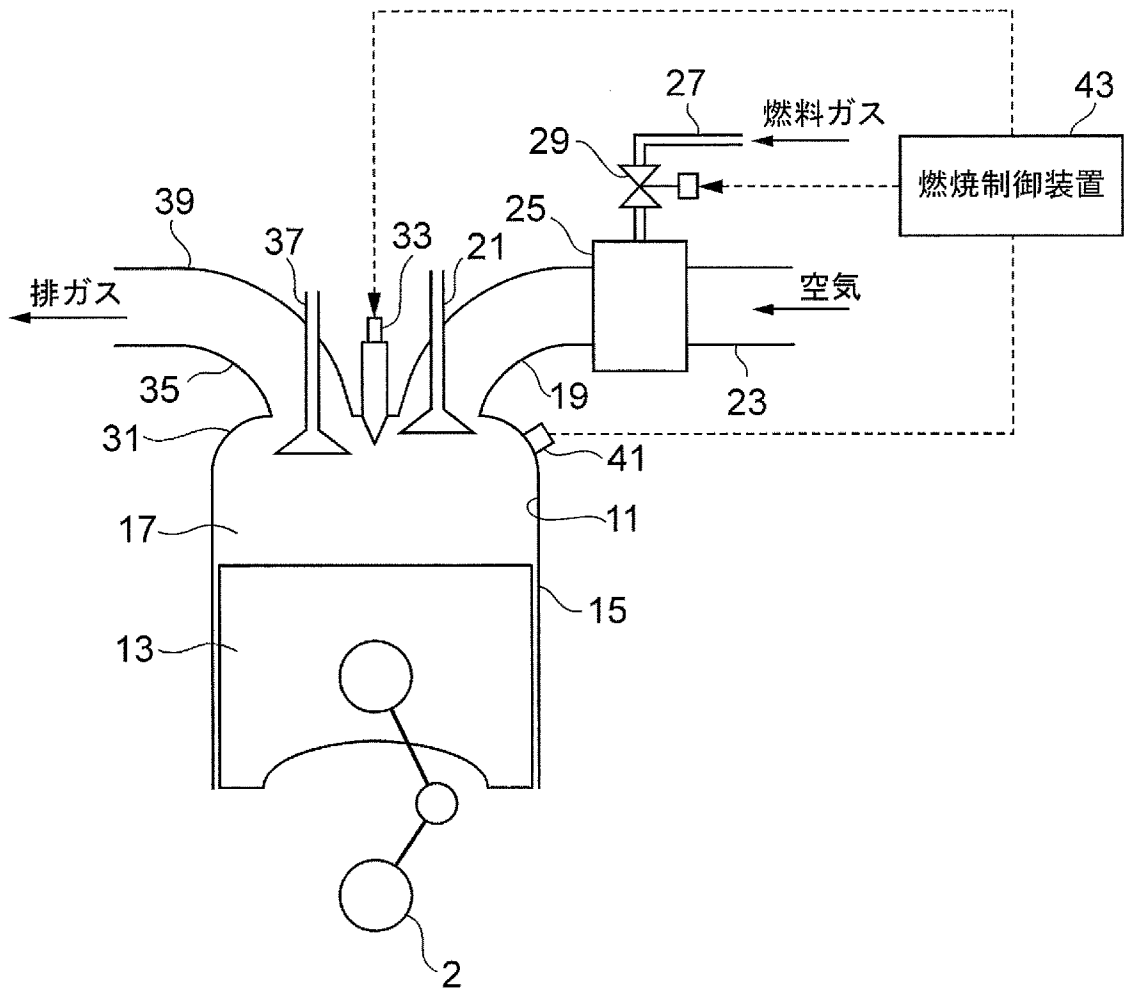
前記所定時間内にノッキングが再発した場合に、その時点において前記ノッキング低減手段によって設定されるガス燃料の低減量をさら

に付加して低減させることを特徴とする請求項2記載のガスエンジンの燃焼制御装置。

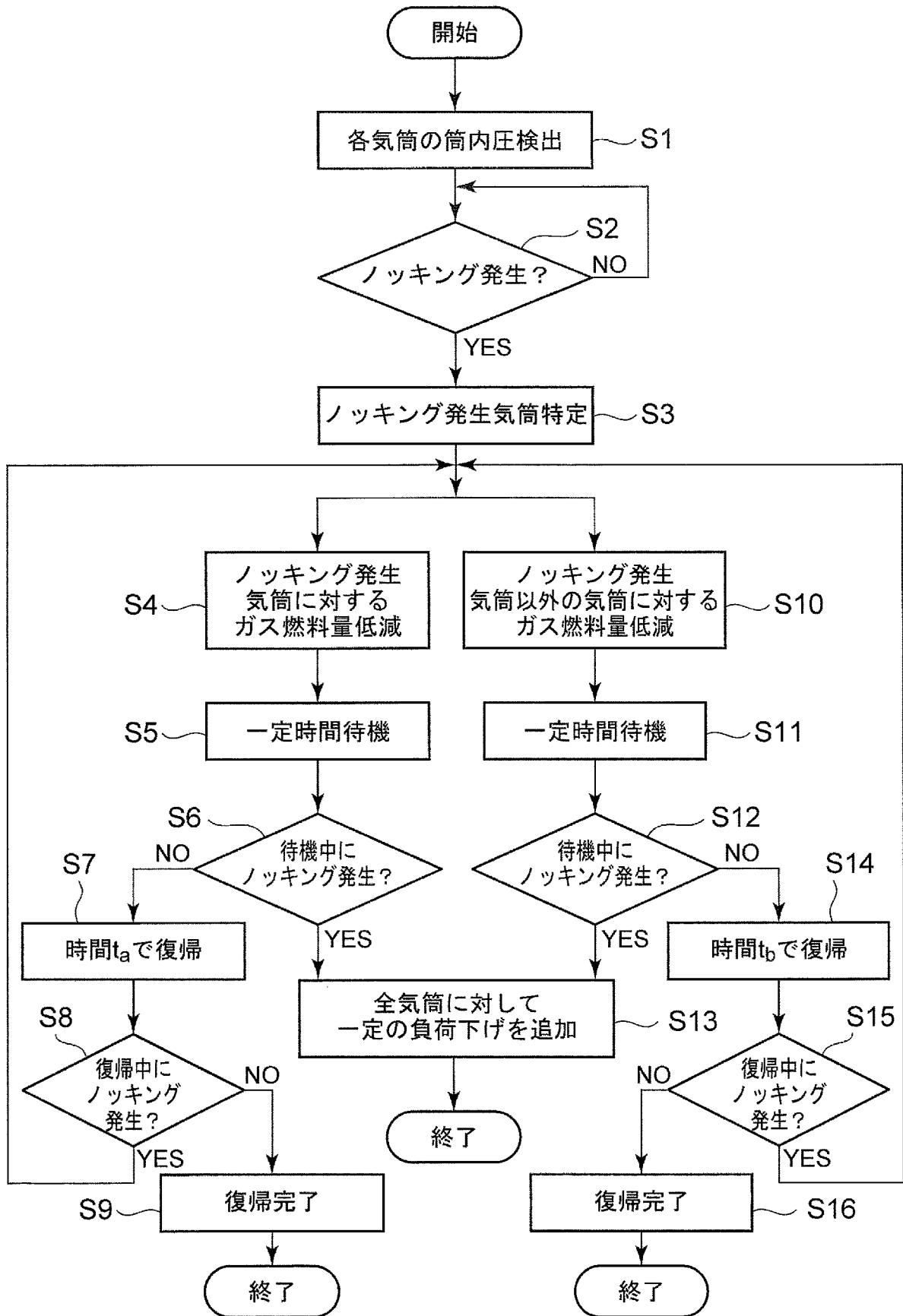
[図1]



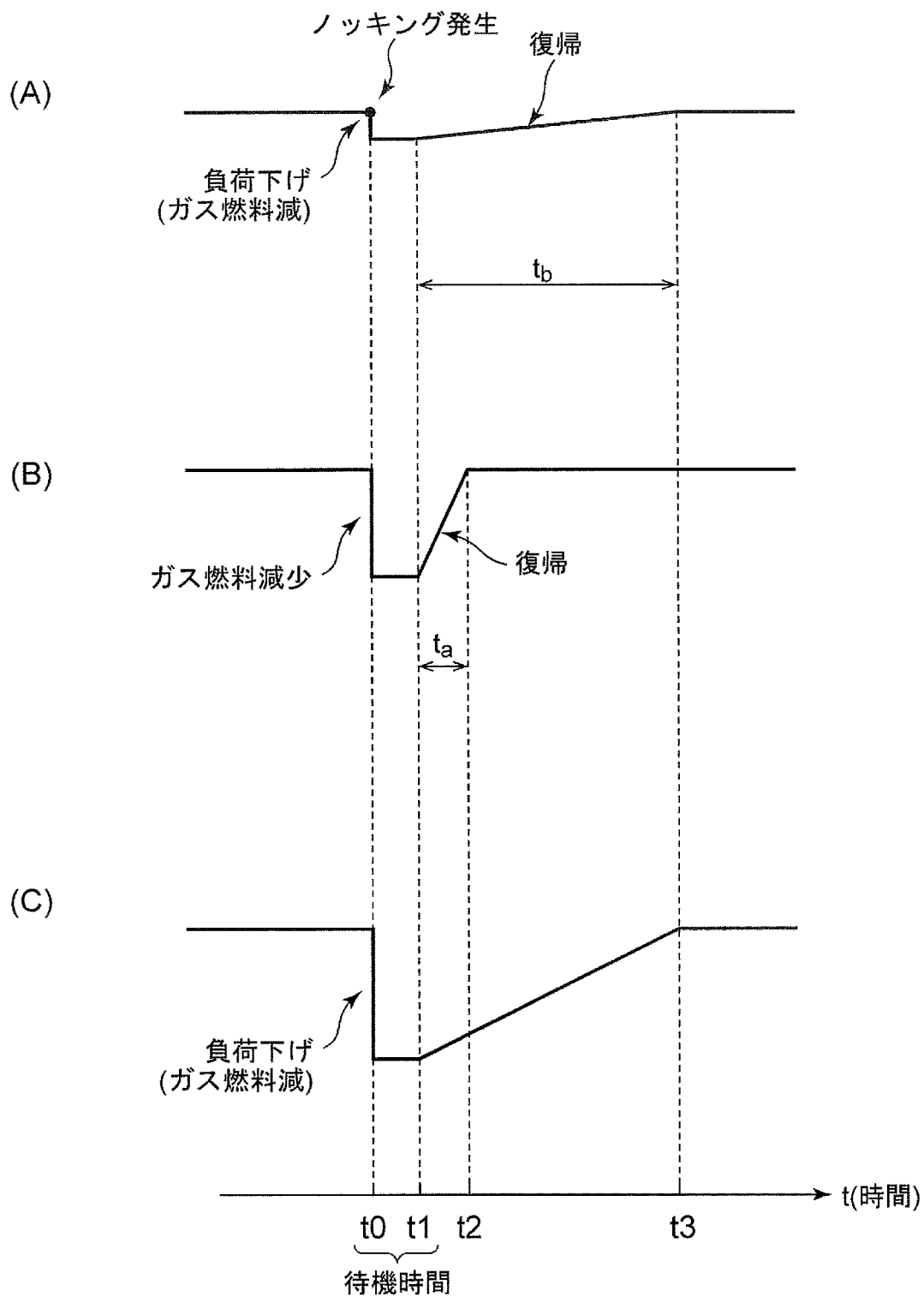
[図2]



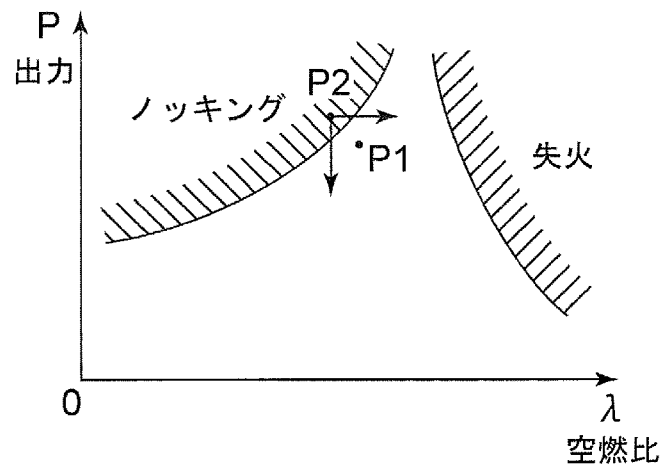
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/054049

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>F02D41/36(2006.01)i, F02D19/02(2006.01)i, F02D41/22(2006.01)i, F02D45/00(2006.01)i</i></p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>														
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) <i>F02D41/36, F02D19/02, F02D41/22, F02D45/00</i></p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <i>Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2014</i> <i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014</i></p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>														
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 2010-084739 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 15 April 2010 (15.04.2010), claims 1, 2 & US 2011/0224889 A1 & EP 2330284 A1 & WO 2010/038355 A1 & CN 102112723 A</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2009-281251 A (Toyota Motor Corp.), 03 December 2009 (03.12.2009), paragraphs [0043], [0065], [0086] (Family: none)</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 03-185270 A (Toyota Motor Corp.), 13 August 1991 (13.08.1991), page 2, lower left column, line 14 to page 3, upper left column, line 2 (Family: none)</td> <td>1-5</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	JP 2010-084739 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 15 April 2010 (15.04.2010), claims 1, 2 & US 2011/0224889 A1 & EP 2330284 A1 & WO 2010/038355 A1 & CN 102112723 A	1-5	A	JP 2009-281251 A (Toyota Motor Corp.), 03 December 2009 (03.12.2009), paragraphs [0043], [0065], [0086] (Family: none)	1-5	A	JP 03-185270 A (Toyota Motor Corp.), 13 August 1991 (13.08.1991), page 2, lower left column, line 14 to page 3, upper left column, line 2 (Family: none)	1-5
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
A	JP 2010-084739 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 15 April 2010 (15.04.2010), claims 1, 2 & US 2011/0224889 A1 & EP 2330284 A1 & WO 2010/038355 A1 & CN 102112723 A	1-5												
A	JP 2009-281251 A (Toyota Motor Corp.), 03 December 2009 (03.12.2009), paragraphs [0043], [0065], [0086] (Family: none)	1-5												
A	JP 03-185270 A (Toyota Motor Corp.), 13 August 1991 (13.08.1991), page 2, lower left column, line 14 to page 3, upper left column, line 2 (Family: none)	1-5												
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>														
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table border="0"> <tr> <td>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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)</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td>"&" document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>			"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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	"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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	"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)	"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	"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family	"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed			
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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													
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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													
"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)	"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													
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family													
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed														
<p>Date of the actual completion of the international search 07 March, 2014 (07.03.14)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 18 March, 2014 (18.03.14)</p>												
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office</p>		<p>Authorized officer</p>												
<p>Facsimile No.</p>		<p>Telephone No.</p>												

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/054049

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 05-079440 A (Hitachi, Ltd.), 30 March 1993 (30.03.1993), abstract; paragraph [0007]; fig. 2 (Family: none)	1-5
A	JP 08-028319 A (Nippondenso Co., Ltd.), 30 January 1996 (30.01.1996), claims 5, 8; paragraphs [0013], [0023] (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. F02D41/36(2006.01)i, F02D19/02(2006.01)i, F02D41/22(2006.01)i, 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. F02D41/36, F02D19/02, F02D41/22, 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 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014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 2010-084739 A（川崎重工業株式会社）2010.04.15, 【請求項1】, 【請求項2】 & US 2011/0224889 A1 & EP 2330284 A1 & WO 2010/038355 A1 & CN 102112723 A	1-5
A	JP 2009-281251 A（トヨタ自動車株式会社）2009.12.03, 段落【0043】, 【0065】、【0086】（ファミリーなし）	1-5
A	JP 03-185270 A（トヨタ自動車株式会社）1991.08.13, 第2ページ 左下欄第14行-第3ページ左上欄第2行（ファミリーなし）	1-5
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 07.03.2014	国際調査報告の発送日 18.03.2014	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/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） 有賀 信 電話番号 03-3581-1101 内線 3355	3Z 3929

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 05-079440 A (株式会社日立製作所) 1993.03.30, 【要約】, 段落【0007】, 【図2】 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 08-028319 A (日本電装株式会社) 1996.01.30, 【請求項5】, 【請求項8】, 段落【0013】, 【0023】 (ファミリーなし)	1-5