

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 7 月 2 日(02.07.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/098578 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 19/08 (2006.01) *F02D 45/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/083025
- (22) 国際出願日: 2014 年 12 月 12 日(12.12.2014)
- (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 2013-270058 2013 年 12 月 26 日(26.12.2013) 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 1 6 番 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 渡邊 壮太(WATANABE, Sota); 〒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). 石田 裕幸(ISHIDA, Hiroyuki); 〒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). 駒田 耕之(KOMADA, Yasuyuki); 〒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

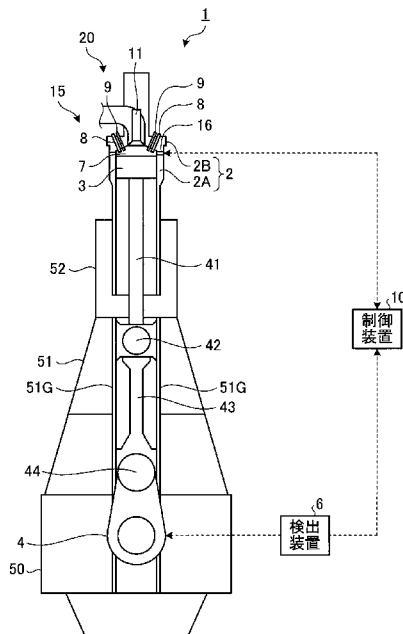
Tokyo (JP). 平岡 直大(HIRAOKA, Naohiro); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 酒井 宏明, 外(SAKAI, Hiroaki et al.); 〒1000013 東京都千代田区霞が関 3 丁目 8 番 1 号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー

[続葉有]

(54) Title: GAS FUEL SUPPLY SYSTEM AND METHOD FOR DETECTING ABNORMALITY OF GAS FUEL SUPPLY SYSTEM

(54) 発明の名称: 気体燃料供給システム及び気体燃料供給システムの異常検出方法



6 Detection device
10 Control device

(57) Abstract: A gas fuel supply system (15) supplies gas fuel into the combustion chamber (7) of an engine. The gas fuel supply system is provided with: an injection valve (8) for injecting the gas fuel into the combustion chamber; a supply flow passage through which the gas fuel to be supplied to the injection valve flows; a gate valve which can open and close the supply flow passage; a pressure sensor for detecting pressure in the portion of the supply flow passage, which is located between the injection valve and the gate valve; and a control device for controlling the injection valve and the gate valve. The abnormality of the injection valve and/or the gate valve is detected on the basis of the result of detection by the pressure sensor and on the basis of the result of detection by a detection device for detecting the crank angle of the crankshaft of the engine.

(57) 要約: 気体燃料供給システム(15)は、エンジンの燃焼室(7)に気体燃料を供給する。気体燃料供給システムは、燃焼室に気体燃料を噴射する噴射弁(8)と、噴射弁に供給される気体燃料が流れる供給流路と、供給流路を開閉可能なゲート弁と、噴射弁とゲート弁との間の供給流路の圧力を検出する圧力センサと、噴射弁及びゲート弁を制御する制御装置と、を備える。圧力センサの検出結果と、エンジンのクランク軸のクランク角度を検出する検出装置の検出結果とに基づいて、噴射弁及びゲート弁の少なくとも一方の異常が検出される。



ロシア (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))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第 19 条(1))

明 細 書

発明の名称：

気体燃料供給システム及び気体燃料供給システムの異常検出方法

技術分野

[0001] 本発明は、気体燃料供給システム及び気体燃料供給システムの異常検出方法に関する。

背景技術

[0002] 例えば船舶の動力源として、特許文献 1 に開示されているような、液体燃料及び気体燃料の両方を使って動力を発生するデュアルフューエルエンジン（二元燃料エンジン）が知られている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第3432098号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] デュアルフューエルエンジンは、液体燃料（燃料油）のみを使う燃料油専用モードと、液体燃料及び気体燃料（燃料ガス）の両方を使う二種燃料モードとのそれぞれで作動可能である。燃料油専用モードは、燃焼室に液体燃料を供給して、その供給された液体燃料を燃焼させる方式である。二種燃料モードは、燃焼室に気体燃料を供給するとともに、燃焼室に少量の液体燃料を供給してパイロット火炎を生成して、パイロット火炎で気体燃料を着火して燃焼させる方式である。

[0005] デュアルフューエルエンジンにおいて、燃焼室に気体燃料を供給する気体燃料供給システムに異常が生じているにもかかわらず、その状態を放置しておく、デュアルフューエルエンジンの性能が低下する可能性がある。そのため、気体燃料供給システムの異常の有無及び異常の発生部位を検出することが求められる。

[0006] 本発明は、異常を検出できる気体燃料供給システム及び気体燃料供給システムの異常検出方法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

[0007] 本発明に係る気体燃料供給システムは、エンジンの燃焼室に気体燃料を供給する気体燃料供給システムであって、前記燃焼室に前記気体燃料を噴射する噴射弁と、前記噴射弁に供給される前記気体燃料が流れる供給流路と、前記供給流路を開閉可能なゲート弁と、前記噴射弁と前記ゲート弁との間の前記供給流路の圧力を検出する圧力センサと、前記噴射弁及び前記ゲート弁を制御する制御装置と、を備え、前記圧力センサの検出結果と前記エンジンのクランク軸のクランク角度を検出する検出装置の検出結果とに基づいて、前記噴射弁及び前記ゲート弁の少なくとも一方の異常を検出する。

[0008] 本発明によれば、噴射弁とゲート弁との間の供給流路の圧力の検出結果と、クランク軸のクランク角度の検出結果とに基づいて、噴射弁の異常及びゲート弁の異常の少なくとも一方を検出することができる。噴射弁及びゲート弁の異常は、動作不良を含む。異常は、例えば、制御装置から開弁の指令信号が出力されているにもかかわらず開弁しない状態、又は制御装置から閉弁の指令信号が出力されているにもかかわらず閉弁しない状態を含む。本発明によれば、これらの異常を検出できるため、その異常を解消するための適切な措置を講ずることができる。また、異常が生じている気体燃料供給システムを使用し続けてしまう不都合を防止できる。

[0009] 前記制御装置は、前記検出装置の検出結果に基づいて上死点及び下死点を含む前記エンジンのピストンの位置を求め、前記燃焼室に前記気体燃料を供給するために、前記ピストンが上死点近傍に位置する時点において前記ゲート弁を開けた後、前記噴射弁を開け、前記噴射弁を閉じた後、前記ゲート弁を閉じるように指令信号を出力し、前記ピストンが下死点近傍に位置する時点での前記圧力センサの検出結果に基づいて、前記異常を検出してもよい。ゲート弁は、安全弁（インターロック機構）として機能し、ピストンが上死点近傍に位置する時点において作動する。噴射弁は、ゲート弁が開いている

状態で作動する。ピストンが上死点近傍に位置する時点で噴射弁及びゲート弁が作動するため、ピストンが下死点近傍に位置する時点での圧力の検出結果に基づいて、噴射弁及びゲート弁の少なくとも一方の異常を円滑に検出することができる。ピストンの位置は、検出装置の検出結果から導出可能であるため、検出装置の検出結果及び圧力センサの検出結果に基づいて異常を検出することができる。

[0010] 本発明に係る気体燃料供給システムにおいて、前記圧力センサの検出結果と前記燃焼室の圧力を検出する筒内センサの検出結果とに基づいて、前記噴射弁及び前記ゲート弁のどちらに異常が生じたかを判定してもよい。例えば、噴射弁に異常が生じたときの圧力の検出結果と、ゲート弁に異常が生じたときの圧力の検出結果とが近似する場合、燃焼室の圧力を検出することにより、その燃焼室の圧力の検出結果に基づいて、前記噴射弁及び前記ゲート弁のどちらに異常が生じたかを判定することができる。

[0011] 本発明に係る気体燃料供給システムにおいて、前記噴射弁からの前記気体燃料の噴射前に、気体燃料を前記燃焼室に噴射するプレ噴射弁を備え、前記制御装置は、前記気体燃料を噴射した前記プレ噴射弁を閉じてから前記ゲート弁を閉じた後、前記噴射弁からの前記気体燃料の噴射のために前記ゲート弁を開けるように指令信号を出力し、前記プレ噴射弁を閉じるための指令信号が出力されてから前記ゲート弁を開くための指令信号が出力されるまでの期間における前記圧力センサの検出結果に基づいて、前記プレ噴射弁の異常を検出してもよい。気体燃料供給システムがプレ噴射弁を有する場合、プレ噴射弁を閉じるための指令信号が出力されてから、噴射弁からの気体燃料の噴射のためにゲート弁を開くための指令信号が出力されるまでの期間における圧力センサの検出結果に基づいてプレ噴射弁の異常を検出することができる。

[0012] 本発明に係る気体燃料供給システムにおいて、前記エンジンは、デュアルフューエルエンジンを含み、前記燃焼室に液体燃料が供給され前記気体燃料が供給されない燃料油専用モードにおける前記圧力センサの検出結果に基づ

いて、前記噴射弁の異常を検出してもよい。燃料油専用モードにおいては噴射弁から気体燃料は噴射されず、噴射弁は閉じるように制御される。燃料油専用モードにおいて噴射弁が開いている場合、燃焼室の高温高圧の気体が噴射弁から供給流路に流入し、供給流路の圧力を上昇させる。そのため、燃料油専用モードにおいて噴射弁に異常が生じたか否かを検出することができる。

[0013] 本発明に係る気体燃料供給システムの異常検出方法は、エンジンの燃焼室に気体燃料を供給する気体燃料供給システムの異常検出方法であって、前記気体燃料供給システムは、前記燃焼室に気体燃料を噴射する噴射弁と、前記噴射弁に供給される前記気体燃料が流れる供給流路と、前記供給流路を開閉可能なゲート弁と、を備え、前記噴射弁と前記ゲート弁との間の前記供給流路の圧力を検出する工程と、前記エンジンのクランク軸のクランク角度を検出する工程と、前記供給流路の圧力の検出結果と前記クランク角度の検出結果とに基づいて、前記噴射弁及び前記ゲート弁の少なくとも一方の異常を検出する工程と、を含む。

[0014] 本発明によれば、噴射弁とゲート弁との間の供給流路の圧力の検出結果と、クランク角度の検出結果とに基づいて、噴射弁の異常及びゲート弁の異常の少なくとも一方を検出することができる。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、気体燃料供給システムの異常を円滑に検出できる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図1は、デュアルフューエルエンジンの一例を示す模式図である。

[図2]図2は、デュアルフューエルエンジンの動作の一例を示す模式図である。

[図3]図3は、二種燃料モードにおいて燃焼室に燃料が噴射されている状態の一例を模式的に示す平面図である。

[図4]図4は、二種燃料モードにおいて燃料が燃焼している状態の一例を模式的に示す図である。

[図5]図5は、二種燃料モードにおいて燃料が燃焼している状態の一例を模式的に示す平面図である。

[図6]図6は、気体燃料供給システムの一例を示す模式図である。

[図7]図7は、気体燃料噴射弁及びゲート弁が正常に作動しているときのクランク角度と供給流路の圧力との関係を示す図である。

[図8]図8は、ゲート弁が開異常のときのクランク角度と供給流路の圧力との関係を示す図である。

[図9]図9は、ゲート弁が閉異常のときのクランク角度と供給流路の圧力との関係を示す図である。

[図10]図10は、気体燃料噴射弁が開異常のときのクランク角度と供給流路の圧力との関係を示す図である。

[図11]図11は、気体燃料噴射弁が閉異常のときのクランク角度と供給流路の圧力との関係を示す図である。

[図12]図12は、燃料油専用モードにおいて気体燃料噴射弁が開異常ときのクランク角度と供給流路の圧力との関係を示す図である。

[図13]図13は、気体燃料供給システムの一例を示す模式図である。

[図14]図14は、プレ噴射弁が開異常のときのクランク角度と供給流路の圧力との関係を示す図である。

[図15]図15は、プレ噴射弁が閉異常のときのクランク角度と供給流路の圧力との関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明に係る実施形態について図面を参照しながら説明するが、本発明はこれに限定されない。以下で説明する各実施形態の要件は、適宜組み合わせることができる。また、一部の構成要素を用いない場合もある。

[0018] <第1実施形態>

第1実施形態について説明する。図1は、本実施形態に係るデュアルフェューエルエンジン1の一例を示す模式図である。本実施形態に係るデュアルフェューエルエンジン1は、クロスヘッド型ディーゼルエンジンを含み、例えば

、船舶等の推進用エンジンとして使用される。

[0019] デュアルフューエルエンジン 1 は、台板 5 0 と、台板 5 0 に設けられた架構（本体） 5 1 と、架構 5 1 に設けられたジャケット 5 2 とを備えている。

[0020] また、デュアルフューエルエンジン 1 は、ジャケット 5 2 に設けられたシリンダ 2 と、シリンダ 2 の内部で往復移動するピストン 3 と、ピストン 3 に接続されたピストン棒 4 1 と、接続棒 4 3 と、ピストン棒 4 1 と接続棒 4 3 とを連結するクロスヘッド 4 2 と、クランクピン 4 4 を介して接続棒 4 3 と接続されたクランク軸 4 とを備えている。

[0021] シリンダ 2 は、ジャケット 5 2 に設けられたシリンダライナ 2 A と、シリンダライナ 2 A 上に設けられたシリンダカバー 2 B とを有する。クロスヘッド 4 2 は、架構 5 1 に設けられた案内部 5 1 G に沿って動き、ピストン棒 4 1 からの機械的動力を接続棒 4 3 に伝達する。クランク軸 4 は、台板 5 0 に配置され、ピストン 3 から伝達される機械的動力を出力する。

[0022] ピストン 3 の頂面とシリンダ 2 の天井面とが対向する。シリンダ 2 の天井面の中央部に排気弁 1 1 が設けられる。ピストン 3 とシリンダ 2 と排気弁 1 1 との間に燃焼室 7 が形成される。

[0023] また、デュアルフューエルエンジン 1 は、クランク軸 4 の回転角度（クランク角度）を検出する検出装置 6 と、燃焼室 7 に気体燃料 P G を供給する気体燃料噴射弁 8 を含む気体燃料供給システム 1 5 と、燃焼室 7 に液体燃料 F O を供給する液体燃料噴射弁 9 を含む液体燃料供給システム 2 0 と、燃焼室 7 の圧力を検出する筒内センサ 1 6 と、デュアルフューエルエンジン 1 を制御する制御装置 1 0 とを備えている。

[0024] 気体燃料噴射弁 8 は、燃焼室 7 に気体燃料 P G を噴射可能である。気体燃料 P G は、例えば、C N G（圧縮天然ガス）、及び H₂（水素ガス）の少なくとも一つを含む。本実施形態において、気体燃料噴射弁 8 は、燃焼室 7 に 2 つ配置される。なお、気体燃料噴射弁 8 の数は任意である。

[0025] 液体燃料噴射弁 9 は、燃焼室 7 に液体燃料 F O を噴射可能である。液体燃料 F O は、例えば、軽油、重油、及び重質油の少なくとも一つを含む。本実

施形態において、液体燃料噴射弁 9 は、燃焼室 7 に 2 つ配置される。なお、液体燃料噴射弁 9 の数は任意である。

[0026] 検出装置 6 は、クランクアングルセンサを含み、クランク軸 4 のクランク角度を検出する。検出装置 6 は、ピストン 3 の上死点を基準としてクランク角度を検出してもよい。クランクアングルセンサは、例えば、クランク軸 4 に装着された計測部材（円盤、検出用歯車など）の回転位置からクランク角度を検出してクランク角度信号を出力する。クランクアングルセンサは、光学式でもよいし電磁式でもよい。なお、検出装置 6 は、クランク軸 4 の回転位置、又はピストン 3 の位置などからクランク角度を検出してもよい。また、上死点センサを使ってピストン 3 が上死点に位置するときのクランク軸 4 の位置情報（基準位置情報）を検出し、その位置情報とクランク軸 4 の回転速度情報とに基づいて、クランク角度を求めてもよい。

[0027] 検出装置 6 の検出結果は制御装置 10 に出力される。クランク角度とピストン 3 の位置とは関連付けられている。制御装置 10 は、検出装置 6 の検出結果に基づいて、上死点及び下死点を含むピストン 3 の位置を求めることができる。また、制御装置 10 は、内蔵されているタイマーの出力と、検出装置 6 の検出結果とに基づいて、例えば、ピストン 3 が上死点に配置された時点、及び下死点に配置された時点を求めることができる。制御装置 10 は、クランク角度に基づいて、排気弁 11 の開閉、気体燃料噴射弁 8 からの気体燃料 P G の噴射、及び液体燃料噴射弁 9 からの液体燃料 F O の噴射を制御するための指令信号を出力する。

[0028] 筒内センサ 16 は、燃焼室 7 の圧力を検出する。筒内センサ 16 の検出結果は、制御装置 10 に入力される。制御装置 10 は、筒内センサ 16 の検出結果に基づいて、燃焼室 7 の異常の有無を判定することができる。制御装置 10 は、筒内センサ 16 の検出結果に基づいて、燃焼室 7 の異常の種類（内容）を求めることができる。

[0029] 燃焼室 7 の異常は、燃焼異常、気体燃料の供給過多、及び気体燃料の供給過少の少なくとも一つを含む。燃焼異常は、失火を含む。燃焼室 7 が正常な

状態と異常な状態とで燃焼室 7 の圧力は異なる。また、燃焼室 7 の異常の種類によっても燃焼室 7 の圧力は異なる。本実施形態においては、燃焼室 7 の異常の種類とその異常の種類に対応する燃焼室 7 の圧力との関係が予め求められている。その関係は、予備実験又はシミュレーションにより求められ、制御装置 10 に接続されている記憶装置に記憶されている。制御装置 10 は、筒内センサ 16 の検出結果と記憶装置の記憶情報とに基づいて、燃焼室 7 の異常の有無を判定可能であり、異常が生じている場合、その異常の種類を判定可能である。

[0030] 図 2 は、デュアルフューエルエンジン 1 の動作の一例を示す模式図である。本実施形態において、デュアルフューエルエンジン 1 は、2 ストローク 1 サイクルのユニフロー掃排気式ディーゼルエンジンであり、ピストン 3 が下死点近傍に配置されたときに掃気ポートから燃焼室 7 に新しい空気が導入され、上死点から下死点へ移行中に燃焼室 7 の気体が排気ポートから排出される。デュアルフューエルエンジン 1 の動作は、新しい空気を取り入れて燃焼室 7 に送る吸入工程（A）と、燃焼室 7 の空気をピストン 3 で圧縮する圧縮工程（B）と、燃焼室 7 に燃料を噴射してその燃料を燃焼させる燃焼工程（C）と、燃焼工程後の燃焼室 7 の気体を排気弁 11 から排出する排気工程（D）と、を含む。

[0031] デュアルフューエルエンジン 1 は、液体燃料 F O のみを使う燃料油専用モードと、液体燃料 F O 及び気体燃料 P G の両方を使う二種燃料モードとのそれぞれで作動可能である。

[0032] 燃料油専用モードは、液体燃料噴射弁 9 から燃焼室 7 に液体燃料 F O を供給し、液体燃料 F O を燃焼させる一方、気体燃料噴射弁 8 から燃焼室 7 に気体燃料 P G を供給しないモードである。燃料油専用モードでは、圧縮工程において、燃焼室 7 の空気が圧縮された後、燃焼工程において、液体燃料噴射弁 9 から燃焼室 7 に液体燃料 F O が噴射される。高温高圧の空気に液体燃料 F O が噴射されることにより、液体燃料 F O は自然発火して燃焼する。

[0033] 二種燃料モードは、燃焼室 7 に液体燃料 F O 及び気体燃料 P G の両方が供

給されるモードである。二種燃料モードでは、気体燃料噴射弁 8 から燃焼室 7 に気体燃料 P G を噴射した後、液体燃料噴射弁 9 から燃焼室 7 に少量の液体燃料 F O を噴射してパイロット火炎を生成することで、パイロット火炎で気体燃料 P G を着火して燃焼させる。

[0034] 次に、図 3、図 4、及び図 5 を参照して二種燃料モードの詳細について説明する。図 3 は、二種燃料モードにおいて、気体燃料弁 8 から燃焼室 7 に気体燃料 P G が噴射され、液体燃料弁 9 から燃焼室 7 に液体燃料 F O が噴射されている状態の一例を模式的に示す平面図である。図 4 は、二種燃料モードにおいて、液体燃料 F O 及び気体燃料 P G のそれぞれが燃焼している状態の一例を模式的に示す図である。図 5 は、二種燃料モードにおいて、液体燃料 F O 及び気体燃料 P G が燃焼している状態の一例を模式的に示す平面図である。

[0035] 圧縮工程において、燃焼室 7 の空気が圧縮される。図 3 に示すように、燃焼工程において、気体燃料噴射弁 8 から燃焼室 7 に気体燃料 P G が噴射される。また、液体燃料噴射弁 9 から燃焼室 7 に少量の液体燃料 F O が噴射される。ピストン 3 が上死点近傍に配置される時点において、液体燃料 F O と気体燃料 P G とが燃焼室 7 にほぼ同時に噴射される。二種燃料モードにおいて、主燃料は、気体燃料 P G である。

[0036] 図 3 に示すように、気体燃料噴射弁 8 は、気体燃料 P G を噴射する噴射口 8 S を複数有する。液体燃料噴射弁 9 は、液体燃料 F O を噴射する噴射口 9 S を複数有する。気体燃料噴射弁 8 は、その気体燃料噴射弁 8 の軸に対する放射方向に関して外側に向かって気体燃料 P G を噴射する。液体燃料噴射弁 9 は、その液体燃料噴射弁 9 の軸に対する放射方向に関して外側に向かって液体燃料 F O を噴射する。気体燃料噴射弁 8 及び液体燃料噴射弁 9 のそれぞれは、気体燃料 P G と液体燃料 F O とが交差するように、気体燃料 P G 及び液体燃料 F O を噴射する。

[0037] 液体燃料噴射弁 9 から噴射された少量の液体燃料 F O は自然発火して、パイロット火炎を生成する。気体燃料噴射弁 8 は、圧力 P 1 の気体燃料 P G を

噴射する。高温高圧の空気が満たされ、パイロット火炎が生成されている燃焼室 7 に、高圧の気体燃料 P G が供給されることにより、図 4 及び図 5 に示すように、燃焼室 7 において拡散燃焼が生じる。本実施形態において、二種燃料モードは、拡散燃焼方式で気体燃料 P G を燃焼させる。

[0038] 次に、本実施形態に係る気体燃料供給システム 15 の一例について説明する。図 6 は、本実施形態に係る気体燃料供給システム 15 の一例を示す図である。

[0039] 気体燃料供給システム 15 は、デュアルフューエルエンジン 1 の燃焼室 7 に気体燃料 P G を供給する。気体燃料供給システム 15 は、制御装置 10 により制御される。気体燃料供給システム 15 は、燃焼室 7 に気体燃料 P G を噴射する気体燃料噴射弁 8 と、気体燃料噴射弁 8 に供給される気体燃料 P G が流れる供給流路 21 と、供給流路 21 を開閉可能なゲート弁 22 と、気体燃料噴射弁 8 とゲート弁 22 との間の供給流路 21 の圧力を検出する圧力センサ 23 とを備えている。気体燃料噴射弁 8 及びゲート弁 22 は、制御装置 10 に制御される。圧力センサ 23 の検出結果は、制御装置 10 に出力される。ゲート弁 22 は、気体燃料 P G を送出可能なポンプを含む気体燃料供給源と接続される。気体燃料供給源は、ゲート弁 22 に気体燃料 P G を供給する。気体燃料供給源は、圧力 P 1 の気体燃料 P G を供給する。

[0040] ゲート弁 22 は、安全弁（インターロック機構）として機能する。気体燃料噴射弁 8 及びゲート弁 22 の両方が開くことにより、気体燃料供給源からの気体燃料 P G は、ゲート弁 22、供給流路 21、及び気体燃料噴射弁 8 を介して、燃焼室 7 に供給される。

[0041] 圧力センサ 23 は、気体燃料噴射弁 8 とゲート弁 22 との間の供給流路 21 の圧力を検出する。圧力センサ 23 は、気体燃料噴射弁 8 の入口の圧力を検出可能である。圧力センサ 23 の検出結果は、制御装置 10 に出力される。本実施形態において、制御装置 10 は、圧力センサ 23 の検出結果と、検出装置 6 の検出結果とに基づいて、気体燃料噴射弁 8 及びゲート弁 22 の少なくとも一方の異常を検知する。

- [0042] 図7は、気体燃料噴射弁8及びゲート弁22が正常に作動しているときのクランク角度と、供給流路21の圧力（気体燃料噴射弁8の入口の圧力）との関係を示す図である。図7は、気体燃料噴射弁8の開閉動作、及びゲート弁22の開閉動作のタイミングチャートを含む。
- [0043] 図7において、クランク角度が0度のとき、ピストン3は上死点に配置される。クランク角度が180度（又は-180度）のとき、ピストン3は下死点に配置される。なお、図7は、クランク角度が-30度から90度の範囲における、気体燃料噴射弁8とゲート弁22との間の供給流路21の圧力を示す。
- [0044] 制御装置10は、燃焼室7に気体燃料PGを供給するために、ゲート弁22を開けた後、気体燃料噴射弁8を開けるように指令信号を出力する。制御装置10は、ピストン3が上死点近傍に位置する時点において、ゲート弁22を開ける。図7において、クランク角度がA1度になったとき、制御装置10は、ゲート弁22を開けるように指令信号を出力する。また、制御装置10は、ピストン3が上死点近傍に位置する時点において、気体燃料噴射弁8を開ける。図7において、クランク角度がA2度になったとき、制御装置10は、気体燃料噴射弁8を開けるように指令信号を出力する。クランク角度がA1度になったときからA2度になるまでの期間T1においては、ゲート弁22が開いており、気体燃料噴射弁8は閉じている。
- [0045] ゲート弁22には、気体燃料供給源から圧力P1の気体燃料PGが供給される。気体燃料噴射弁8が閉じた状態でゲート弁22が開くことにより、期間T1において、気体燃料噴射弁8とゲート弁22との間の供給流路21の圧力は、圧力P1となる。
- [0046] クランク角度がA2度になったときに、ゲート弁22が開いている状態で気体燃料噴射弁8が開くことにより、気体燃料噴射弁8から気体燃料PGが燃焼室7に噴射される。なお、本実施形態において、クランク角度A2は、0度である。すなわち、ピストン3が上死点に配置されたときに、気体燃料噴射弁8から気体燃料PGが噴射される。なお、クランク角度A2は、0度

でなくてもよい。気体燃料噴射弁 8 が開いて気体燃料 P G が噴射されることにより、気体燃料噴射弁 8 とゲート弁 2 2 との間の供給流路 2 1 の圧力は低下する。

[0047] 制御装置 1 0 は、気体燃料噴射弁 8 を閉じた後、ゲート弁 2 2 を閉じるように指令信号を出力する。図 7 において、クランク角度が A 3 度になったとき、制御装置 1 0 は、気体燃料噴射弁 8 を閉じるように指令信号を出力する。クランク角度が A 3 度よりも大きい A 4 度になったとき、制御装置 1 0 は、ゲート弁 2 2 を閉じるように指令信号を出力する。

[0048] クランク角度が A 2 度になったときから A 3 度になるまでの期間 T 2 においては、気体燃料噴射弁 8 及びゲート弁 2 2 の両方が開いている。期間 T 2 において、気体燃料噴射弁 8 とゲート弁 2 2 との間の供給流路 2 1 の圧力は徐々に低下する。

[0049] クランク角度が A 3 度になったとき、制御装置 1 0 は、ゲート弁 2 2 が開いている状態で、気体燃料噴射弁 8 を閉じる。これにより、クランク角度が A 3 度になったときから A 4 度になるまでの期間 T 3 において、気体燃料噴射弁 8 とゲート弁 2 2 との間の供給流路 2 1 の圧力は徐々に増大する。

[0050] クランク角度が A 4 度になったとき、制御装置 1 0 は、気体燃料噴射弁 8 を閉じている状態で、ゲート弁 2 2 を閉じる。これにより、期間 T 3 の後の期間 T 4 において、気体燃料噴射弁 8 とゲート弁 2 2 との間の供給流路 2 1 の圧力は、一定となる。本実施形態においては、気体燃料噴射弁 8 とゲート弁 2 2 との間の供給流路 2 1 の圧力が圧力 P 1 に上昇する前に、ゲート弁 2 2 が閉じられる。本実施形態において、期間 T 4 における供給流路 2 1 の圧力は、圧力 P 1 よりも低い圧力 P 2 である。

[0051] 本実施形態において、期間 T 1 は、ゲート弁 2 2 を開けるための指令信号が出力されてから、気体燃料噴射弁 8 を開けるための指令信号が出力されるまでの期間を含む。期間 T 2 は、気体燃料噴射弁 8 を開けるための指令信号が出力されてから、気体燃料噴射弁 8 を閉じるための指令信号が出力されるまでの期間を含む。期間 T 3 は、気体燃料噴射弁 8 を閉じるための指令信号

が出力されてから、ゲート弁 22 を閉じるための指令信号が出力されるまでの期間を含む。期間 T4 は、ゲート弁 22 を閉じるための指令信号が出力されてから、次のサイクルにおいてゲート弁 22 を開けるための指令信号が出力されるまでの期間を含む。制御装置 10 は、検出装置 6 の検出結果に基づいて、指令信号を出力するタイミングを決定する。

[0052] 次に、気体燃料噴射弁 8 及びゲート弁 22 の異常検出方法について説明する。図 8 は、制御装置 10 がゲート弁 22 を閉じる指令信号を出力したにもかかわらず、ゲート弁 22 が開いている異常（開異常）を示す図である。図 8 において、横軸はクランク角度であり、縦軸は、気体燃料噴射弁 8 とゲート弁 22 との間の供給流路 21 の圧力（気体燃料噴射弁 8 の入口の圧力）である。

[0053] 図 7 を参照して説明したように、制御装置 10 は、クランク角度が A1 度 のとき、ゲート弁 22 を開ける指令信号を出力し、クランク角度が A2 度 のとき、気体燃料噴射弁 8 を開ける指令信号を出力し、クランク角度が A3 度 のとき、気体燃料噴射弁 8 を閉じる指令信号を出力し、クランク角度が A4 度 のとき、ゲート弁 22 を閉じる指令信号を出力する。

[0054] クランク角度 A4 のとき、制御装置 10 からゲート弁 22 を閉じる指令信号が出力されたにもかかわらず、ゲート弁 22 が閉じないと、期間 T4 においても、気体燃料供給源からの圧力 P1 の気体燃料 PG が供給流路 21 に供給される。これにより、図 8 に示すように、期間 T4 における供給流路 21 の圧力は、圧力 P1 となる。

[0055] 期間 T4 は、ピストン 3 が下死点近傍に位置する時点を含む。すなわち、期間 T4 は、クランク角度が 180 度である時点を含む。上述のように、気体燃料噴射弁 8 及びゲート弁 22 が正常に作動しているときの期間 T4 における供給流路 21 の圧力は、圧力 P2 である。このように、ゲート弁 22 が異常（開異常）なときと正常なときとで、期間 T4 における供給流路 21 の圧力は異なる。すなわち、ゲート弁 22 が正常なときは、期間 Th（期間 T4）における供給流路 21 の圧力は、図 8 中、実線で示すように、圧力 P2

となり、ゲート弁 22 が開異常なときは、期間 T_h における供給流路 21 の圧力は、図 8 中、点線で示すように、圧力 P_2 よりも高い圧力 P_1 となる。したがって、制御装置 10 は、ピストン 3 が下死点近傍に配置されているときの期間 T_4 の少なくとも一部の期間 T_h における圧力センサ 23 の検出結果に基づいて、ゲート弁 22 が異常か否かを検出することができる。

[0056] 次に、制御装置 10 がゲート弁 22 を開ける指令信号を出力したにもかかわらず、ゲート弁 22 が閉じている異常（閉異常）について説明する。図 9 は、ゲート弁 22 が閉異常であるときの、クランク角度と供給流路 21 の圧力（気体燃料噴射弁 8 の入口の圧力）との関係を示す図である。

[0057] クランク角度 A_1 のとき、制御装置 10 からゲート弁 22 を開ける指令信号が出力されたにもかかわらず、ゲート弁 22 が開かずに、クランク角度 A_2 のとき、気体燃料噴射弁 8 が開くと、ゲート弁 22 が閉じた状態で、供給流路 21 の気体燃料 P_G は気体燃料噴射弁 8 から燃焼室 7 に噴射される。その結果、図 9 に示すように、クランク角度 A_2 の時点から、供給流路 21 の圧力は低下する。このように、ゲート弁 22 が異常（閉異常）なときと正常なときとで、期間 T_2 、期間 T_3 、及び期間 T_4 （期間 T_h ）における供給流路 21 の圧力は異なる。すなわち、ゲート弁 22 が正常なときは、期間 T_h （期間 T_4 ）における供給流路 21 の圧力は、図 9 中、実線で示すように、圧力 P_2 となり、ゲート弁 22 が閉異常なときは、期間 T_h における供給流路 21 の圧力は、図 9 中、点線で示すように、圧力 P_2 よりも低い圧力となる。また、本例では、期間 T_2 及び期間 T_3 においても、ゲート弁 22 が閉異常なときの供給流路 21 の圧力は、ゲート弁 22 が正常なときの供給流路 21 の圧力よりも低くなる。したがって、制御装置 10 は、例えば、期間 T_h の圧力センサ 23 の検出結果に基づいて、ゲート弁 22 が異常か否かを検出することができる。

[0058] 次に、制御装置 10 が気体燃料噴射弁 8 を閉じる指令信号を出力したにもかかわらず、気体燃料噴射弁 8 が開いている異常（開異常）について説明する。図 10 は、気体燃料噴射弁 8 が開異常であるときの、クランク角度と供

給流路 21 の圧力（気体燃料噴射弁 8 の入口の圧力）との関係を示す図である。

[0059] クランク角度 A3 のとき、制御装置 10 から気体燃料噴射弁 8 を閉じる指令信号が出力されたにもかかわらず、気体燃料噴射弁 8 が閉じずに、クランク角度 A4 のとき、ゲート弁 22 が閉じると、ゲート弁 22 が閉じた状態で、供給流路 21 の気体燃料 PG は気体燃料噴射弁 8 から燃焼室 7 に噴射される。その結果、図 10 に示すように、クランク角度 A3 の時点から、供給流路 21 の圧力は低下する。このように、気体燃料噴射弁 8 が異常（開異常）なときと正常なときとで、期間 T3、及び期間 T4（期間 Th）における供給流路 21 の圧力は異なる。すなわち、気体燃料噴射弁 8 が正常なときは、期間 Th（期間 T4）における供給流路 21 の圧力は、図 10 中、実線で示すように、圧力 P2 となり、気体燃料噴射弁 8 が開異常なときは、期間 Th における供給流路 21 の圧力は、図 10 中、点線で示すように、圧力 P2 よりも低い圧力となる。また、本例では、期間 T3 においても、気体燃料噴射弁 8 が開異常なときの供給流路 21 の圧力は、気体燃料噴射弁 8 が正常なときの供給流路 21 の圧力よりも低くなる。したがって、制御装置 10 は、例えば、期間 Th の圧力センサ 23 の検出結果に基づいて、ゲート弁 22 が異常か否かを検出することができる。

[0060] 次に、制御装置 10 が気体燃料噴射弁 8 を開ける指令信号を出力したにもかかわらず、気体燃料噴射弁 8 が閉じている異常（閉異常）について説明する。図 11 は、気体燃料噴射弁 8 が閉異常であるときの、クランク角度と供給流路 21 の圧力（気体燃料噴射弁 8 の入口の圧力）との関係を示す図である。

[0061] クランク角度 A2 のとき、制御装置 10 から気体燃料噴射弁 8 を開ける指令信号が出力されたにもかかわらず、気体燃料噴射弁 8 が開かないと、気体燃料噴射弁 8 が閉じ、ゲート弁 22 が開いている状態で、気体燃料供給源からの圧力 P1 の気体燃料 PG が供給流路 21 に供給される。これにより、図 11 に示すように、期間 T2、期間 T3、及び期間 T4（期間 Th）にお

る供給流路 21 の圧力は、圧力 P1 となる。このように、気体燃料噴射弁 8 が異常（閉異常）なときと正常なときとで、期間 T2、期間 T3、及び期間 T4（期間 Th）における供給流路 21 の圧力は異なる。すなわち、気体燃料噴射弁 8 が正常なときは、期間 Th（期間 T4）における供給流路 21 の圧力は、図 11 中、実線で示すように、圧力 P2 となり、気体燃料噴射弁 8 が閉異常なときは、期間 Th における供給流路 21 の圧力は、図 11 中、点線で示すように、圧力 P2 よりも高い圧力 P1 となる。また、本例では、期間 T2 及び期間 T3 においても、気体燃料噴射弁 8 が閉異常なときの供給流路 21 の圧力は、気体燃料噴射弁 8 が正常なときの供給流路 21 の圧力よりも高くなる。したがって、制御装置 10 は、例えば、期間 Th の圧力センサ 23 の検出結果に基づいて、ゲート弁 22 が異常か否かを検出することができる。

[0062] 本実施形態において、図 8 に示す圧力（ゲート弁 22 が開異常のときの圧力）と図 11 に示す圧力（気体燃料噴射弁 8 が閉異常のときの圧力）とは、期間 T2 及び期間 T3 において異なるものの、期間 T4 において近似する。そのため、ゲート弁 22 及び気体燃料噴射弁 8 のどちらが異常なのかを、期間 T4 における圧力センサ 23 の検出結果に基づいて判断することが困難となる可能性がある。

[0063] その場合、制御装置 10 は、圧力センサ 23 の検出結果と燃焼室 7 の圧力を検出する筒内センサ 16 の検出結果とに基づいて、気体燃料噴射弁 8 及びゲート弁 22 のどちらに異常が生じたかを判定してもよい。ゲート弁 22 が開異常のときと気体燃料噴射弁 8 が閉異常のときとで、燃焼室 7 の圧力は異なる。例えば、気体燃料噴射弁 8 が閉異常のとき、気体燃料噴射弁 8 から燃焼室 7 に気体燃料 PG が噴射されないため、燃焼室 7 において失火が生じる可能性が高くなる。一方、ゲート弁 22 が開異常のとき、ゲート弁 22 及び気体燃料噴射弁 8 を介して燃焼室 7 に気体燃料 PG が供給されるため、燃焼室 7 において失火が生じる可能性は低い。このように、ゲート弁 22 が開異常のときと気体燃料噴射弁 8 が閉異常のときとで、燃焼室 7 の異常の種類は

異なる可能性が高い。また、上述したように、燃焼室 7 の異常の種類によって、燃焼室 7 の圧力は異なる。そのため、気体燃料噴射弁 8 に異常が生じたときの圧力センサ 2 3 の検出結果と、ゲート弁 2 2 に異常が生じたときの圧力センサ 2 3 の検出結果とが近似する場合、筒内センサ 1 6 による燃焼室 7 の圧力の検出結果に基づいて、気体燃料噴射弁 8 及びゲート弁 2 2 のどちらに異常が生じたかを判定することができる。

[0064] 上述のように、燃焼室 7 の異常の種類とその異常の種類に対応する燃焼室 7 の圧力との関係が記憶装置に記憶されている。制御装置 1 0 は、筒内センサ 1 6 の検出結果と、記憶装置の記憶情報とに基づいて、気体燃料噴射弁 8 及びゲート弁 2 2 のどちらに異常が生じたかを判定することができる。

[0065] また、図 9 に示す圧力（ゲート弁 2 2 が閉異常のときの圧力）と図 1 0 に示す圧力（気体燃料噴射弁 8 が開異常のときの圧力）とは、期間 T 2 において異なるものの、期間 T 4 において近似する。そのため、ゲート弁 2 2 及び気体燃料噴射弁 8 のどちらが異常なのかを、期間 T 4 における圧力センサ 2 3 の検出結果に基づいて判断することが困難となる可能性がある。

[0066] その場合においても、ゲート弁 2 2 が閉異常のときと気体燃料噴射弁 8 が開異常のときとで、燃焼室 7 の異常の種類は異なり、燃焼室 7 の圧力は異なる。例えば、ゲート弁 2 2 が閉異常のとき、ゲート弁 2 2 から気体燃料噴射弁 8 に気体燃料 P G が供給されないため、燃焼室 7 において失火が生じる可能性は高くなる。一方、気体燃料噴射弁 8 が開異常のとき、気体燃料噴射弁 8 から燃焼室 7 に気体燃料 P G が噴射されるため、燃焼室 7 において失火が生じる可能性は低い。そのため、制御装置 1 0 は、筒内センサ 1 6 の検出結果と、記憶装置の記憶情報とに基づいて、気体燃料噴射弁 8 及びゲート弁 2 2 のどちらに異常が生じたかを判定することができる。

[0067] 以上説明したように、本実施形態によれば、気体燃料噴射弁 8 とゲート弁 2 2 との間の供給流路 2 1 の圧力の検出結果と、クランク角度の検出結果とに基づいて、気体燃料噴射弁 8 の異常及びゲート弁 2 2 の異常の少なくとも一方を検出することができる。したがって、例えば、その異常を解消するた

めの適切な措置を講ずることができる。また、異常が生じている気体燃料供給システム 15 を使用し続けてしまう不都合を防止できる。

[0068] また、本実施形態において、ゲート弁 22 は、安全弁（インターロック機構）として機能し、気体燃料 P G を噴射するためにピストン 3 が上死点の近傍に配置されるときに作動する。気体燃料噴射弁 8 は、ゲート弁 22 が開いている状態で作動するため、気体燃料噴射弁 8 から燃焼室 7 に適切なタイミングで気体燃料 P G が噴射される。ピストン 3 が上死点の近傍に配置されている状態で気体燃料噴射弁 8 及びゲート弁 22 が作動するため、ピストン 3 が下死点近傍に配置されているときの期間 T h における圧力センサ 23 の検出結果に基づいて、気体燃料噴射弁 8 及びゲート弁 22 の少なくとも一方の異常を円滑に検出することができる。

[0069] また、本実施形態においては、期間 T h における、気体燃料噴射弁 8 に異常が生じたときの圧力センサ 23 の検出結果と、ゲート弁 22 に異常が生じたときの圧力センサ 23 の検出結果とが近似する場合でも、筒内センサ 16 の検出結果を参照することにより、気体燃料噴射弁 8 及びゲート弁 22 のどちらに異常が生じたかを判定することができる。

[0070] なお、本実施形態において、例えば、燃焼室 7 から排気ポート 12 を介して排出される気体（排気ガス）の温度を検出可能な温度センサを設け、その温度センサの検出結果と圧力センサ 23 の検出結果とに基づいて、気体燃料噴射弁 8 及びゲート弁 22 のどちらに異常が生じたかを判定してもよい。期間 T h における、気体燃料噴射弁 8 に異常が生じたときの圧力センサ 23 の検出結果と、ゲート弁 22 に異常が生じたときの圧力センサ 23 の検出結果とが近似する場合でも、その温度センサの検出結果を参照することにより、気体燃料噴射弁 8 及びゲート弁 22 のどちらに異常が生じたかを判定することができる。

[0071] 燃焼室 7 の異常の種類によって、排気ポート 12 から排出される排気ガスの温度は異なる。そのため、気体燃料噴射弁 8 に異常が生じたときの圧力センサ 23 の検出結果と、ゲート弁 22 に異常が生じたときの圧力センサ 23

の検出結果とが近似する場合、温度センサによる排気ガスの温度の検出結果に基づいて、気体燃料噴射弁 8 及びゲート弁 22 のどちらに異常が生じたかを判定することができる。燃焼室 7 の異常の種類とその異常の種類に対応する排気ガスの温度との関係を記憶装置に記憶しておくことにより、制御装置 10 は、温度センサの検出結果と、記憶装置の記憶情報とに基づいて、気体燃料噴射弁 8 及びゲート弁 22 のどちらに異常が生じたかを判定することができる。

[0072] <第 2 実施形態>

第 2 実施形態について説明する。以下の実施形態において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略又は省略する。

[0073] 本実施形態においては、燃料油専用モードにおける圧力センサ 23 の検出結果に基づいて、気体燃料噴射弁 8 の異常を検出する例について説明する。燃料油専用モードにおいて、気体燃料供給源から気体燃料 P G は供給されず、制御装置 10 は、気体燃料噴射弁 8 を閉じるように指令信号を出力する。燃料油専用モードにおいて、気体燃料噴射弁 8 が正常に作動するとき、気体燃料噴射弁 8 は閉じ、気体燃料噴射弁 8 から気体燃料 P G は噴射されない。

[0074] 制御装置 10 が気体燃料噴射弁 8 を閉じる指令信号を出力したにもかかわらず、気体燃料噴射弁 8 が開いている異常（開異常）が生じた場合、圧力センサ 23 の検出結果に基づいて、その気体燃料噴射弁 8 の異常を検出することができる。

[0075] 図 12 は、燃料油専用モードにおいて気体燃料噴射弁 8 が正常及び開異常であるときの、クランク角度と供給流路 21 の圧力（気体燃料噴射弁 8 の入口の圧力）との関係を示す図である。図 12 において、横軸はクランク角度であり、縦軸は、気体燃料噴射弁 8 とゲート弁 22 との間の供給流路 21 の圧力（気体燃料噴射弁 8 の入口の圧力）である。

[0076] 燃料油専用モードにおいて気体燃料噴射弁 8 が正常である場合、圧力センサ 23 の出力は一定である。一方、燃料油専用モードにおいて気体燃料噴射

弁 8 が異常である場合（開いている場合）、燃焼室 7 の高温高圧の気体が気体燃料噴射弁 8 から供給流路 2 1 に流入する。これにより、供給流路 2 1 の圧力が上昇する。供給流路 2 1 の圧力は、圧力センサ 2 3 に検出される。そのため、制御装置 1 0 は、圧力センサ 2 3 の検出結果に基づいて、燃料油専用モードにおいて気体燃料噴射弁 8 に異常が生じたか否かを検出することができる。

[0077] 以上説明したように、本実施形態によれば、気体燃料噴射弁 8 が使用されない燃料油専用モードにおいても、気体燃料噴射弁 8 の異常を検出することができる。

[0078] <第 3 実施形態>

第 3 実施形態について説明する。以下の実施形態において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略又は省略する。

[0079] 図 1 3 は、本実施形態に係る気体燃料供給システム 1 5 の一例を示す模式図である。図 1 3 に示すように、気体燃料供給システム 1 5 は、燃焼室 7 に気体燃料 P G を噴射する気体燃料噴射弁 8 と、プレ噴射弁 3 0 とを備えている。プレ噴射弁 3 0 は、制御装置 1 0 に制御される。プレ噴射弁 3 0 は、気体燃料 P G を燃焼室 7 に噴射する。

[0080] プレ噴射弁 3 0 は、気体燃料噴射弁 8 からの気体燃料 P G の噴射前に、気体燃料 P G を燃焼室 7 に噴射する。本実施形態においては、プレ噴射弁 3 0 から噴射された気体燃料 P G により、燃焼室 7 において、まず空気と気体燃料 P G との混合気体が生成された後、さらに気体燃料噴射弁 8 から気体燃料 P G が噴射されることにより、燃焼室 7 において燃焼が行われる。

[0081] 図 1 4 は、部分予混合燃焼を行う部分予混合燃焼モードのクランク角度と供給流路 2 1 の圧力（気体燃料噴射弁 8 の入口の圧力）との関係を示す図である。図 1 4 において、横軸はクランク角度であり、縦軸は、気体燃料噴射弁 8 とゲート弁 2 2 との間の供給流路 2 1 の圧力（気体燃料噴射弁 8 の入口の圧力）である。また、図 1 4 は、プレ噴射弁 3 0 が正常及び開異常である

ときの、クランク角度と供給流路 21 の圧力との関係を示す。

[0082] 部分予混合燃焼モードにおいては、気体燃料噴射弁 8 からの気体燃料 P G の噴射が行われる前に、プレ噴射弁 30 からの気体燃料 P G の噴射が行われる。気体燃料噴射弁 8 から気体燃料 P G を噴射するときの気体燃料噴射弁 8 及びゲート弁 22 の動作は、上述の実施形態と同様である。すなわち、制御装置 10 は、クランク角度が A 1 度のとき、ゲート弁 22 を開け、クランク角度が A 2 度のとき、気体燃料噴射弁 8 を開け、クランク角度が A 3 度のとき、気体燃料噴射弁 8 を閉じ、クランク角度が A 4 度のとき、ゲート弁 22 を閉じるように指令信号を出力する。

[0083] プレ噴射弁 30 から気体燃料 P G を噴射するときのゲート弁 22 及びプレ噴射弁 30 の開閉のシーケンスは、気体燃料噴射弁 8 から気体燃料 P G を噴射するときのゲート弁 22 及び気体燃料噴射弁 8 の開閉のシーケンスと同様である。すなわち、プレ噴射弁 30 から気体燃料 P G を噴射するとき、制御装置 10 は、クランク角度が A 1 p 度のとき、ゲート弁 22 を開け、クランク角度が A 2 p 度のとき、プレ噴射弁 30 を開け、クランク角度が A 3 p 度のとき、プレ噴射弁 30 を閉じ、クランク角度が A 4 p 度のとき、プレ噴射弁 30 を閉じる。

[0084] 制御装置 10 は、クランク角度 A 3 p において気体燃料 P G を噴射したプレ噴射弁 30 を閉じてからクランク角度 A 4 p においてゲート弁 22 を閉じた後、気体燃料噴射弁 8 からの気体燃料 P G の噴射が行われるように、クランク角度 A 1 においてゲート弁 22 を開けるように指令信号を出力する。

[0085] 図 14 を参照して、制御装置 10 がプレ噴射弁 30 を閉じる指令信号を出力したにもかかわらず、プレ噴射弁 30 が開いている異常（開異常）について説明する。

[0086] クランク角度 A 3 p のとき、制御装置 10 からプレ噴射弁 30 を閉じる指令信号が出力されたにもかかわらず、プレ噴射弁 30 が閉じずに、クランク角度 A 4 p のとき、ゲート弁 22 が閉じると、ゲート弁 22 が閉じた状態で、気体燃料 P G はプレ噴射弁 30 から燃焼室 7 に噴射される。その結果、図

14に示すように、クランク角度 A_{3p} の時点から、供給流路21の圧力は低下する。このように、プレ噴射弁30が異常（開異常）なときと正常なときとで、クランク角度 A_{3p} においてプレ噴射弁30を閉じるための指令信号が出力されてからクランク角度 A_1 においてゲート弁22を開くための指令信号が出力されるまでの期間 T_j における供給流路21の圧力は異なる。すなわち、プレ噴射弁30が正常なときは、期間 T_j における供給流路21の圧力は、図14中、実線で示すように、圧力 P_2 となり、プレ噴射弁30が開異常なときは、期間 T_j における供給流路21の圧力は、図14中、点線で示すように、圧力 P_2 よりも低い圧力となる。したがって、制御装置10は、期間 T_j における圧力センサ23の検出結果に基づいて、プレ噴射弁30が異常か否かを検出することができる。

[0087] 次に、制御装置10がプレ噴射弁30を開ける指令信号を出力したにもかかわらず、プレ噴射弁30が閉じている異常（閉異常）について説明する。図15は、プレ噴射弁30が閉異常であるときの、クランク角度と供給流路21の圧力（気体燃料噴射弁8の入口の圧力）との関係を示す図である。

[0088] クランク角度 A_{2p} のとき、制御装置10からプレ噴射弁30を開く指令信号が出力されたにもかかわらず、プレ噴射弁30が開かないと、プレ噴射弁30が閉じ、ゲート弁22が開いている状態で、圧力 P_1 の気体燃料PGが供給流路21に供給される。これにより、図15に示すように、期間 T_j における供給流路21の圧力は、圧力 P_1 となる。このように、プレ噴射弁30が異常（閉異常）なときと正常なときとで、期間 T_j における供給流路21の圧力は異なる。すなわち、プレ噴射弁30が正常なときは、期間 T_j における供給流路21の圧力は、図15中、実線で示すように、圧力 P_2 となり、プレ噴射弁30が閉異常なときは、期間 T_j における供給流路21の圧力は、図15中、点線で示すように、圧力 P_2 よりも高い圧力 P_1 となる。したがって、期間 T_j における圧力センサ23の検出結果に基づいて、プレ噴射弁30が異常か否かを検出することができる。

[0089] 以上説明したように、本実施形態によれば、気体燃料供給システム15が

プレ噴射弁 30 を有する場合、プレ噴射弁 30 が閉じてからゲート弁 22 が開くまでの期間 T_j における圧力センサ 23 の検出結果に基づいてプレ噴射弁 30 の異常を検出することができる。

符号の説明

- [0090] 1 デュアルフューエルエンジン
 7 燃焼室
 8 気体燃料噴射弁
 15 気体燃料供給システム
 16 筒内センサ
 21 供給流路
 22 ゲート弁
 23 圧力センサ
 30 プレ噴射弁
 PG 気体燃料

請求の範囲

- [請求項1] エンジンの燃焼室に気体燃料を供給する気体燃料供給システムであって、
前記燃焼室に前記気体燃料を噴射する噴射弁と、
前記噴射弁に供給される前記気体燃料が流れる供給流路と、
前記供給流路を開閉可能なゲート弁と、
前記噴射弁と前記ゲート弁との間の前記供給流路の圧力を検出する圧力センサと、
前記噴射弁及び前記ゲート弁を制御する制御装置と、を備え、
前記圧力センサの検出結果と前記エンジンのクランク軸のクランク角度を検出する検出装置の検出結果とに基づいて、前記噴射弁及び前記ゲート弁の少なくとも一方の異常を検出する気体燃料供給システム。
- [請求項2] 前記制御装置は、前記検出装置の検出結果に基づいて上死点及び下死点を含む前記エンジンのピストンの位置を求め、前記燃焼室に前記気体燃料を供給するために、前記ピストンが上死点近傍に位置する時点において前記ゲート弁を開けた後、前記噴射弁を開け、前記噴射弁を閉じた後、前記ゲート弁を閉じるように指令信号を出力し、
前記ピストンが下死点近傍に位置する時点での前記圧力センサの検出結果に基づいて、前記異常を検出する請求項1に記載の気体燃料供給システム。
- [請求項3] 前記圧力センサの検出結果と前記燃焼室の圧力を検出する筒内センサの検出結果とに基づいて、前記噴射弁及び前記ゲート弁のどちらに異常が生じたかを判定する請求項2に記載の気体燃料供給システム。
- [請求項4] 前記噴射弁からの前記気体燃料の噴射前に、気体燃料を前記燃焼室に噴射するプレ噴射弁を備え、
前記制御装置は、前記気体燃料を噴射した前記プレ噴射弁を閉じてから前記ゲート弁を閉じた後、前記噴射弁からの前記気体燃料の噴射

のために前記ゲート弁を開けるように指令信号を出力し、

前記プレ噴射弁を閉じるための指令信号が出力されてから前記ゲート弁を開くための指令信号が出力されるまでの期間における前記圧力センサの検出結果に基づいて、前記プレ噴射弁の異常を検出する請求項 2 又は請求項 3 に記載の気体燃料供給システム。

[請求項 5]

前記エンジンは、デュアルフューエルエンジンを含み、

前記燃焼室に液体燃料が供給され前記気体燃料が供給されない燃料油専用モードにおける前記圧力センサの検出結果に基づいて、前記噴射弁の異常を検出する請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の気体燃料供給システム。

[請求項 6]

エンジンの燃焼室に気体燃料を供給する気体燃料供給システムの異常検出方法であって、

前記気体燃料供給システムは、前記燃焼室に気体燃料を噴射する噴射弁と、前記噴射弁に供給される前記気体燃料が流れる供給流路と、前記供給流路を開閉可能なゲート弁と、を備え、

前記噴射弁と前記ゲート弁との間の前記供給流路の圧力を検出する工程と、

前記エンジンのクランク軸のクランク角度を検出する工程と、

前記供給流路の圧力の検出結果と前記クランク角度の検出結果とに基づいて、前記噴射弁及び前記ゲート弁の少なくとも一方の異常を検出する工程と、を含む気体燃料供給システムの異常検出方法。

補正された請求の範囲
[2015年4月14日(14.04.2015) 国際事務局受理]

〔請求項 1〕（補正後） エンジンの燃焼室に気体燃料を供給する気体燃料供給システムであって、

前記燃焼室に前記気体燃料を噴射する開閉可能な噴射弁と、
前記噴射弁に供給される前記気体燃料が流れる供給流路と、
前記供給流路を開閉可能なゲート弁と、
前記噴射弁と前記ゲート弁との間の前記供給流路の圧力を検出する圧力センサと、
前記噴射弁及び前記ゲート弁を開閉するための指令信号を出力する制御装置と、を備え、
前記圧力センサの検出結果と前記エンジンのクランク軸のクランク角度を検出する検出装置の検出結果とに基づいて、前記噴射弁の開異常を検出する気体燃料供給システム。

〔請求項 2〕（補正後） エンジンの燃焼室に気体燃料を供給する気体燃料供給システムであって、

前記燃焼室に前記気体燃料を噴射する開閉可能な噴射弁と、
前記噴射弁に供給される前記気体燃料が流れる供給流路と、
前記供給流路を開閉可能なゲート弁と、
前記噴射弁と前記ゲート弁との間の前記供給流路の圧力を検出する圧力センサと、
前記噴射弁及び前記ゲート弁を開閉するための指令信号を出力する制御装置と、を備え、
前記圧力センサの検出結果と前記エンジンのクランク軸のクランク角度を検出する検出装置の検出結果とに基づいて、前記ゲート弁の開異常を検出する気体燃料供給システム。

〔請求項 3〕（補正後） エンジンの燃焼室に気体燃料を供給する気体燃料供給システムであって、

前記燃焼室に前記気体燃料を噴射する開閉可能な噴射弁と、
前記噴射弁に供給される前記気体燃料が流れる供給流路と、
前記供給流路を開閉可能なゲート弁と、
前記噴射弁と前記ゲート弁との間の前記供給流路の圧力を検出する圧力センサと、
前記噴射弁及び前記ゲート弁を開閉するための指令信号を出力する制御装置と、を備え、
前記圧力センサの検出結果と前記エンジンのクランク軸のクランク角度を検出する検出装置の検出結果とに基づいて、前記ゲート弁の開異常を検出する気体燃料供給システム。

〔請求項 4〕（補正後） エンジンの燃焼室に気体燃料を供給する気体燃料供給システムで

あって、

前記燃焼室に前記気体燃料を噴射する噴射弁と、

前記噴射弁に供給される前記気体燃料が流れる供給流路と、

前記供給流路を開閉可能なゲート弁と、

前記噴射弁と前記ゲート弁との間の前記供給流路の圧力を検出する圧力センサと、

前記噴射弁及び前記ゲート弁を制御する制御装置と、を備え、

前記圧力センサの検出結果と前記エンジンのクランク軸のクランク角度を検出する検出装置の検出結果とに基づいて、前記噴射弁及び前記ゲート弁の少なくとも一方の異常を検出し、

前記制御装置は、前記検出装置の検出結果に基づいて上死点及び下死点を含む前記エンジンのピストンの位置を求め、前記燃焼室に前記気体燃料を供給するために、前記ピストンが上死点近傍に位置する時点において前記ゲート弁を開けた後、前記噴射弁を開け、前記噴射弁を閉じた後、前記ゲート弁を閉じるように指令信号を出力し、

前記ピストンが下死点近傍に位置する時点での前記圧力センサの検出結果に基づいて、前記異常を検出する気体燃料供給システム。

〔請求項 5〕（補正後） 前記圧力センサの検出結果と前記燃焼室の圧力を検出する筒内センサの検出結果とに基づいて、前記噴射弁及び前記ゲート弁のどちらに異常が生じたかを判定する請求項 4 に記載の気体燃料供給システム。

〔請求項 6〕（補正後） 前記噴射弁からの前記気体燃料の噴射前に、気体燃料を前記燃焼室に噴射するプレ噴射弁を備え、

前記制御装置は、前記気体燃料を噴射した前記プレ噴射弁を閉じてから前記ゲート弁を閉じた後、前記噴射弁からの前記気体燃料の噴射のために前記ゲート弁を開けるように指令信号を出力し、

前記プレ噴射弁を閉じるための指令信号が出力されてから前記ゲート弁を開くための指令信号が出力されるまでの期間における前記圧力センサの検出結果に基づいて、前記プレ噴射弁の異常を検出する請求項 4 又は請求項 5 に記載の気体燃料供給システム。

〔請求項 7〕（追加） 前記エンジンは、デュアルフューエルエンジンを含み、

前記燃焼室に液体燃料噴射弁から液体燃料が供給され前記気体燃料が供給されない燃料油専用モードにおける前記圧力センサの検出結果に基づいて、前記噴射弁の異常を検出する請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の気体燃料供給システム。

〔請求項 8〕（追加） エンジンの燃焼室に気体燃料を供給する気体燃料供給システムの異常検出方法であって、

前記気体燃料供給システムは、前記燃焼室に気体燃料を噴射する開閉可能な噴射弁と、前記噴射弁に供給される前記気体燃料が流れる供給流路と、前記供給流路を開閉可能なゲート弁と、を備え、

前記噴射弁と前記ゲート弁との間の前記供給流路の圧力を検出する工程と、

前記エンジンのクランク軸のクランク角度を検出する工程と、

前記供給流路の圧力の検出結果と前記クランク角度の検出結果とに基づいて、前記噴射弁の開異常を検出する工程と、を含む気体燃料供給システムの異常検出方法。

〔請求項 9〕（追加） エンジンの燃焼室に気体燃料を供給する気体燃料供給システムの異常検出方法であって、

前記気体燃料供給システムは、前記燃焼室に気体燃料を噴射する開閉可能な噴射弁と、前記噴射弁に供給される前記気体燃料が流れる供給流路と、前記供給流路を開閉可能なゲート弁と、を備え、

前記噴射弁と前記ゲート弁との間の前記供給流路の圧力を検出する工程と、

前記エンジンのクランク軸のクランク角度を検出する工程と、

前記供給流路の圧力の検出結果と前記クランク角度の検出結果とに基づいて、前記ゲート弁の開異常を検出する工程と、を含む気体燃料供給システムの異常検出方法。

〔請求項 10〕（追加） エンジンの燃焼室に気体燃料を供給する気体燃料供給システムの異常検出方法であって、

前記気体燃料供給システムは、前記燃焼室に気体燃料を噴射する開閉可能な噴射弁と、前記噴射弁に供給される前記気体燃料が流れる供給流路と、前記供給流路を開閉可能なゲート弁と、を備え、

前記噴射弁と前記ゲート弁との間の前記供給流路の圧力を検出する工程と、

前記エンジンのクランク軸のクランク角度を検出する工程と、

前記供給流路の圧力の検出結果と前記クランク角度の検出結果とに基づいて、前記ゲート弁の開異常を検出する工程と、を含む気体燃料供給システムの異常検出方法。

条約第19条(1)に基づく説明書

請求項1は、発明を実施する形態の段落[0060]から[0066]を根拠として、噴射弁の閉異常を検出する点で限定した。

請求項2は、請求の範囲の請求項1、発明を実施する形態の段落[0052]から[0055]を根拠として、ゲート弁の開異常を検出する点で限定した。

請求項3は、請求の範囲の請求項1、発明を実施する形態の段落[0056]から[0057]を根拠として、ゲート弁の閉異常を検出する点で限定した。

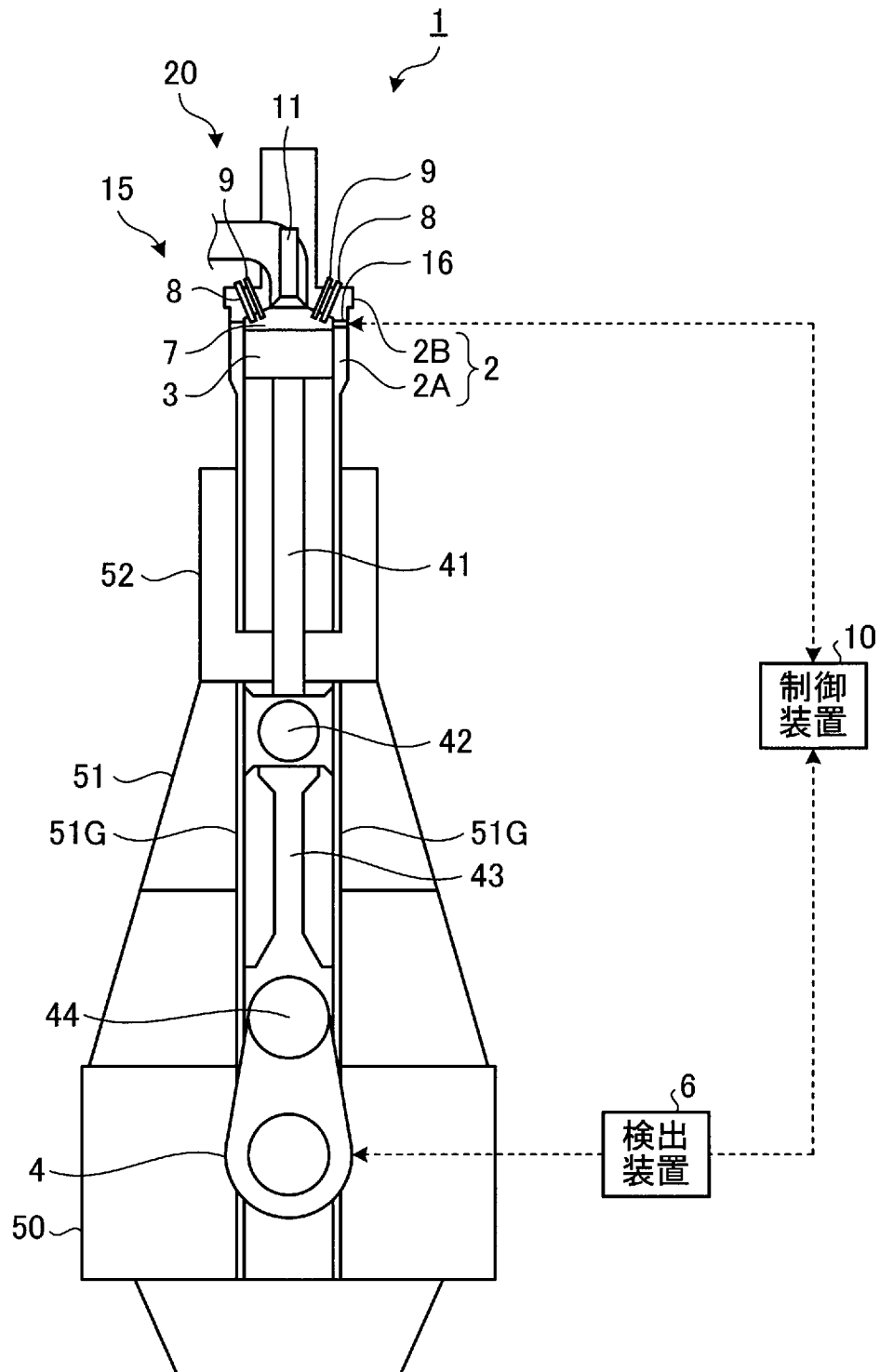
請求項4は、請求項の範囲の請求項1及び請求項2を根拠とする。

請求項7は、請求の範囲の請求項5、発明を実施する形態の段落[0032]を根拠として、燃料油専用モードが燃焼室に液体燃料噴射弁から液体燃料が供給され気体燃料が供給されないモードである点を明確にした。

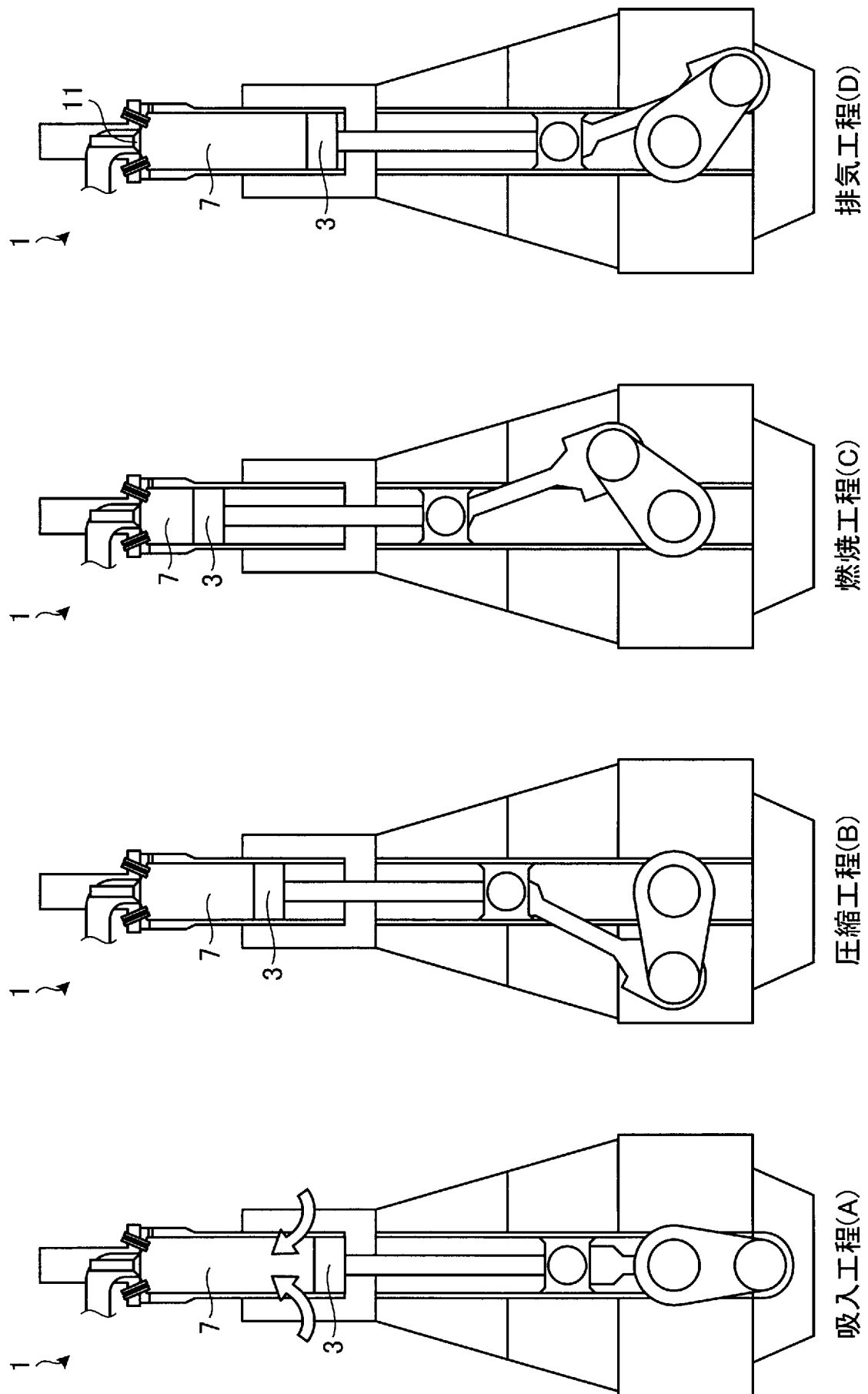
請求項8は、請求の範囲の請求項6、発明を実施する形態の段落[0060]から[0066]を根拠として、噴射弁の閉異常を検出する点で限定した。

請求項9は、請求の範囲の請求項6、発明を実施する形態の段落[0052]から[0055]を根拠として、ゲート弁の開異常を検出する点で限定した。

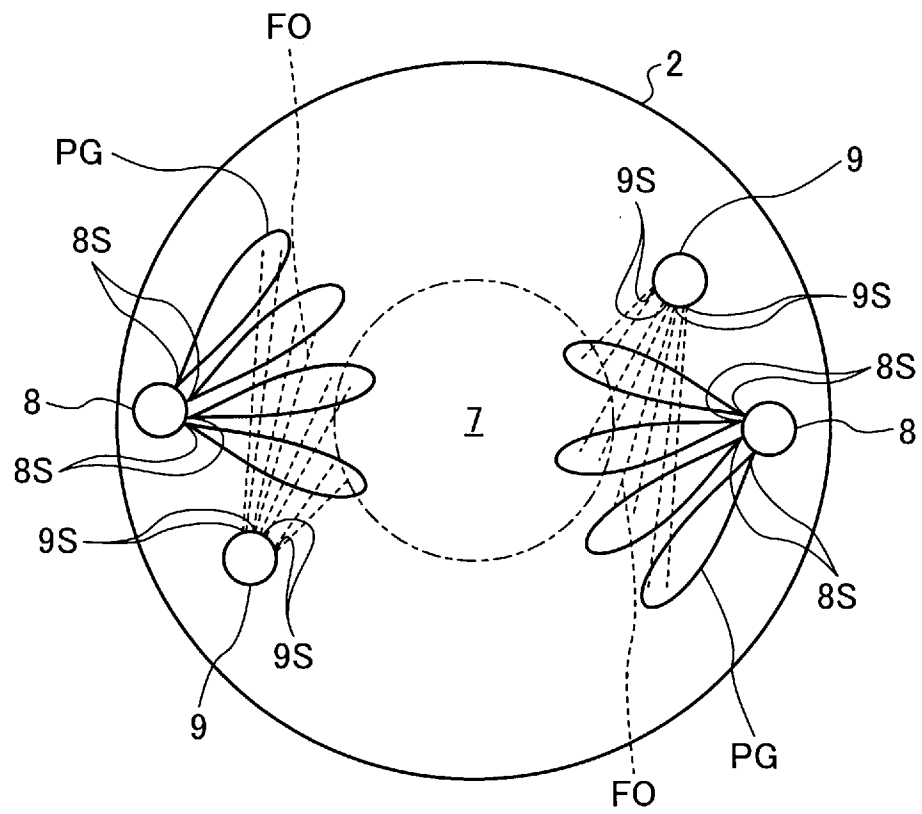
請求項10は、請求の範囲の請求項6、発明を実施する形態の段落[0056]から[0057]を根拠として、ゲート弁の閉異常を検出する点で限定した。



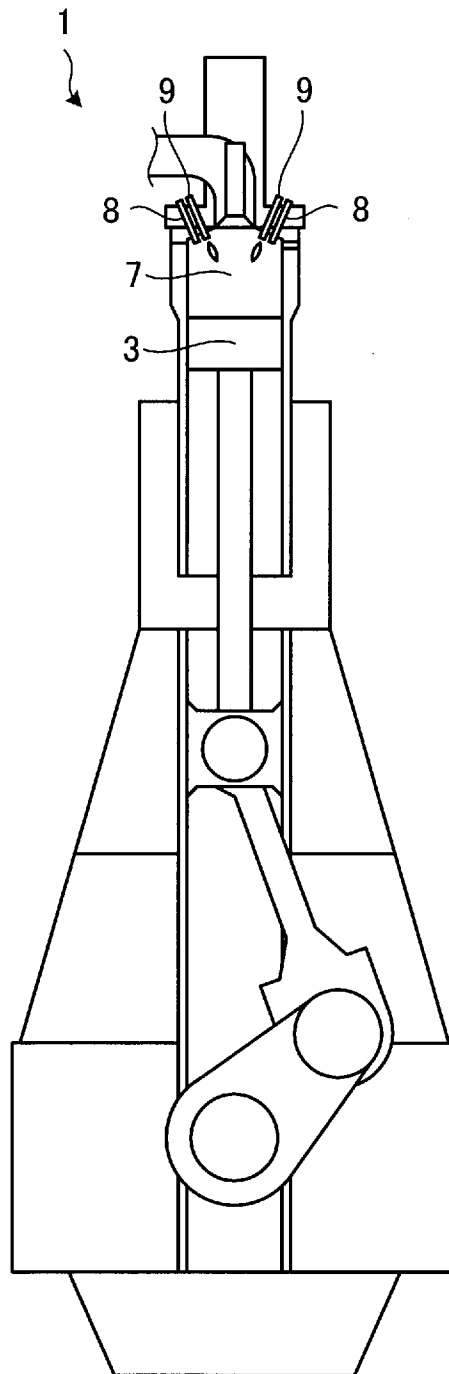
[図2]



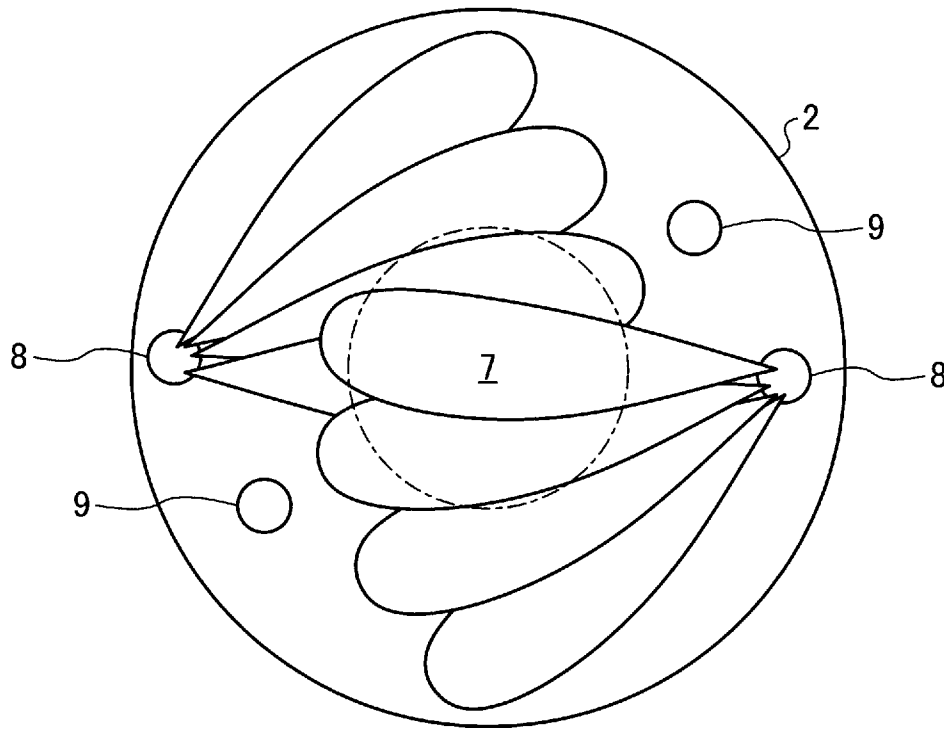
[図3]



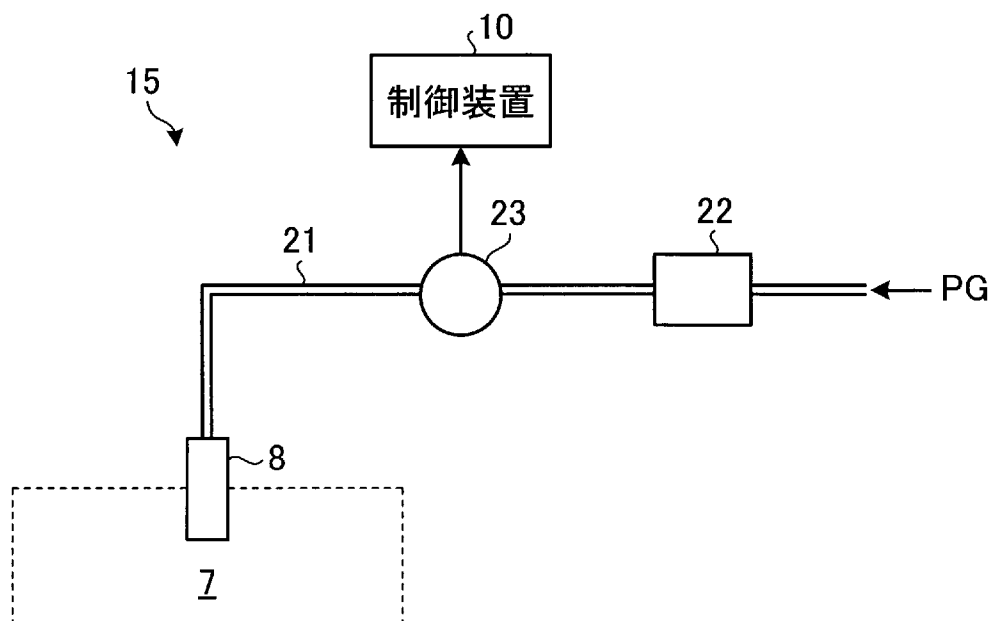
[図4]



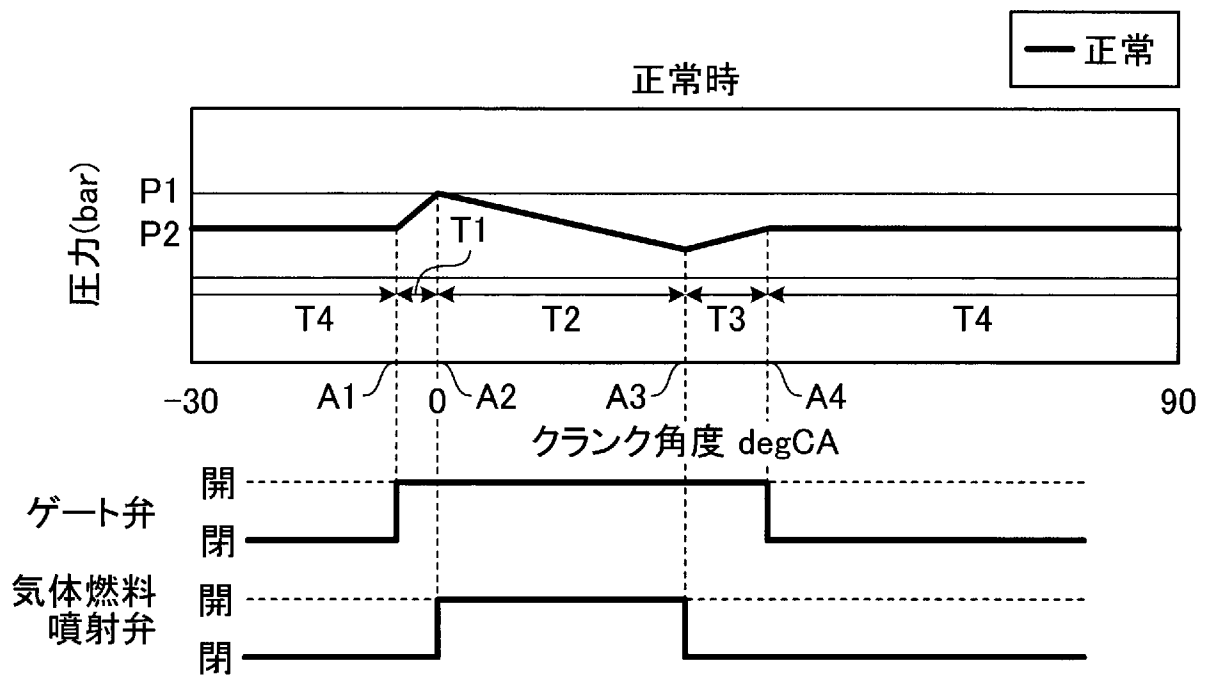
[図5]



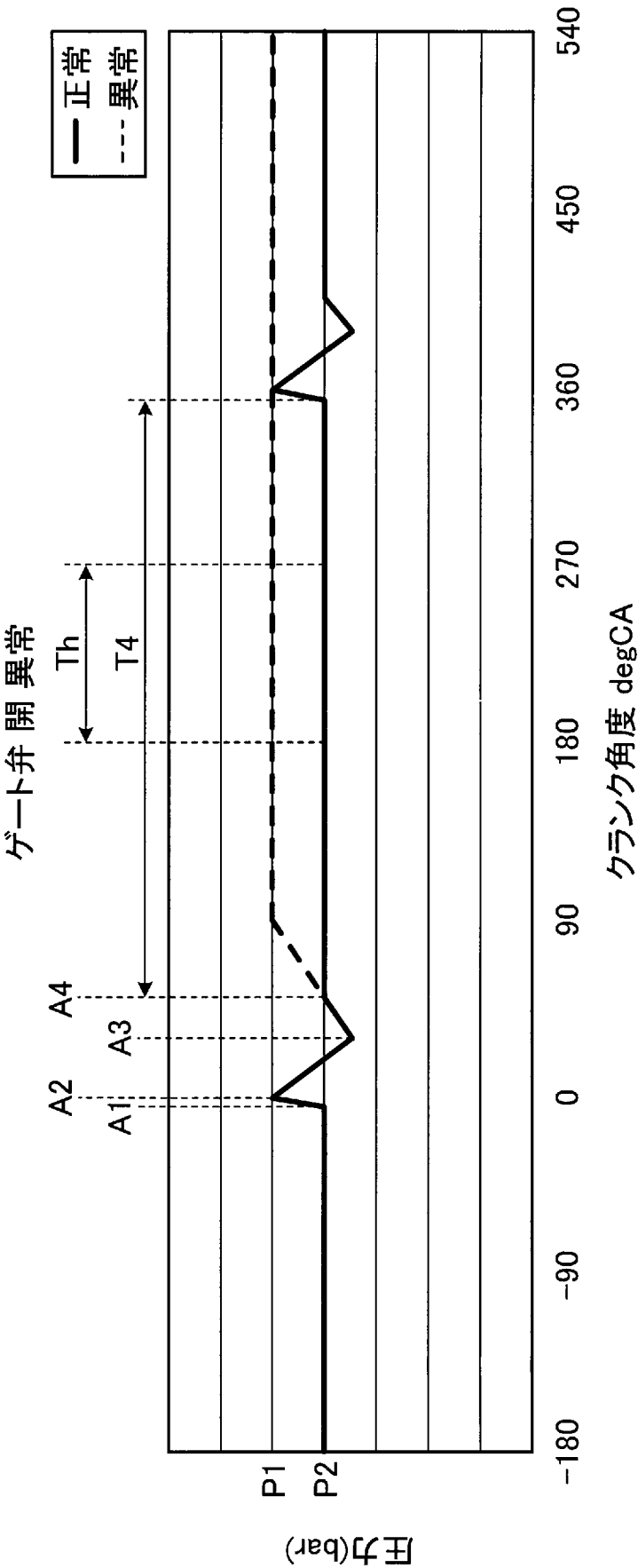
[図6]



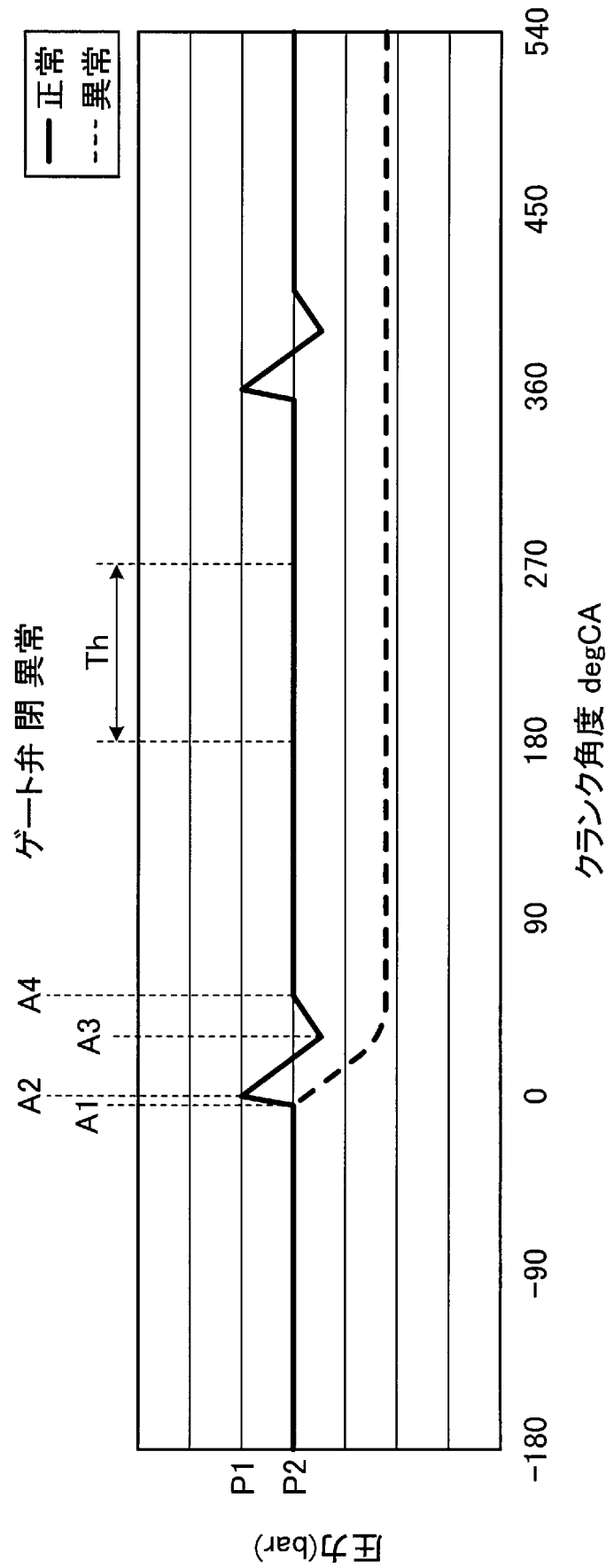
[図7]



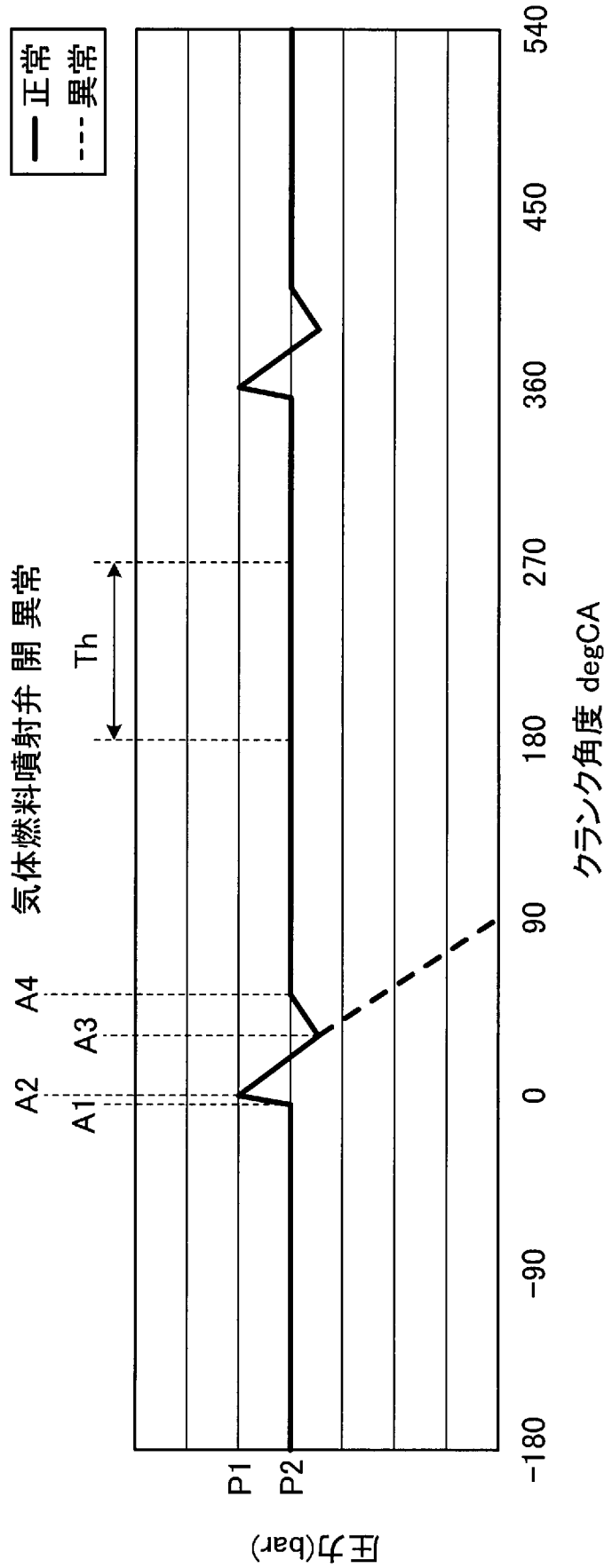
[図8]



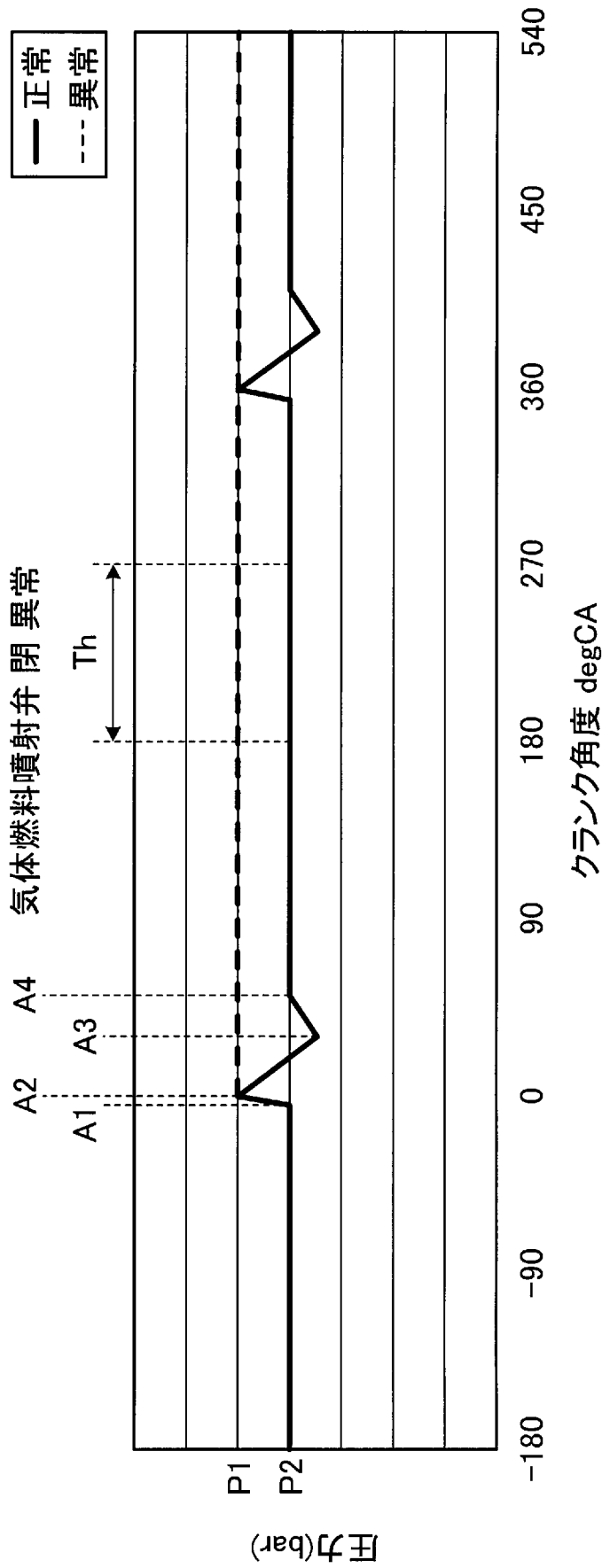
[図9]



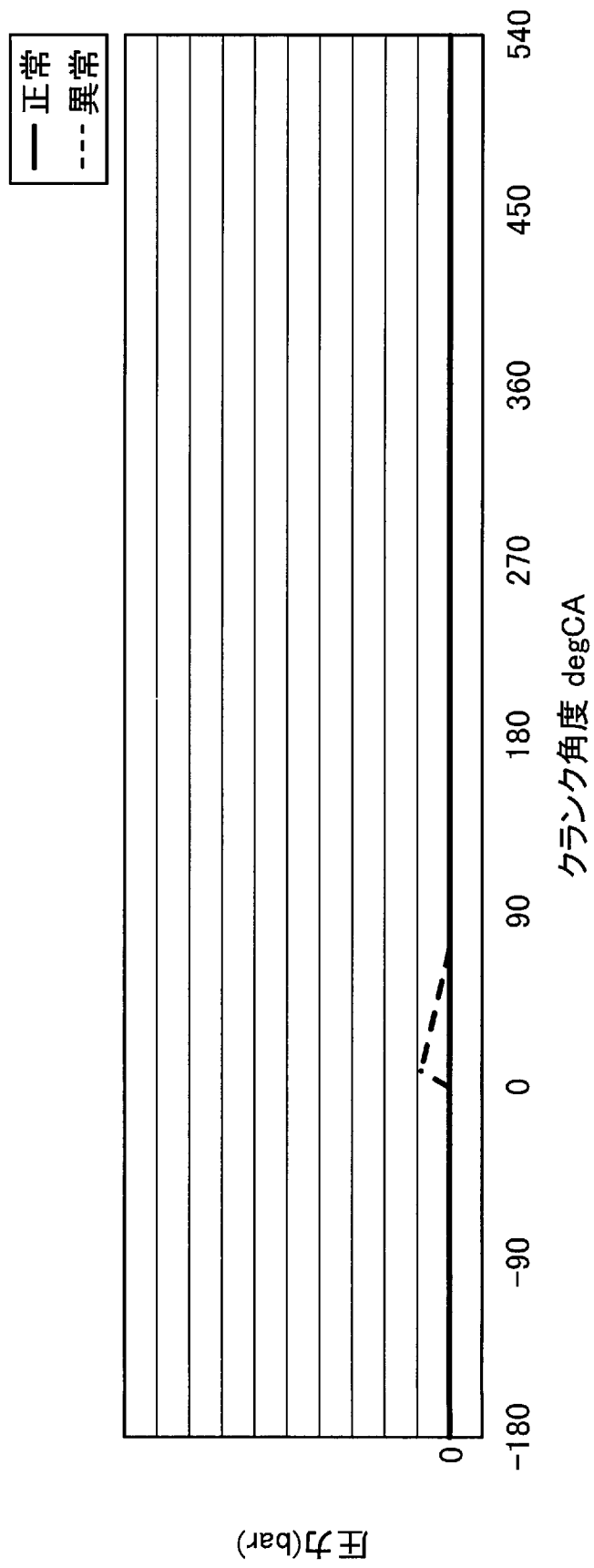
[図10]



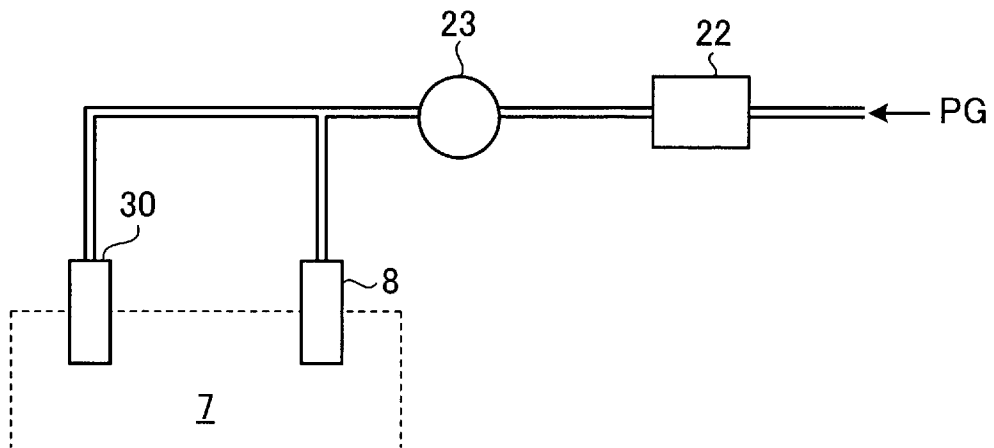
[図11]



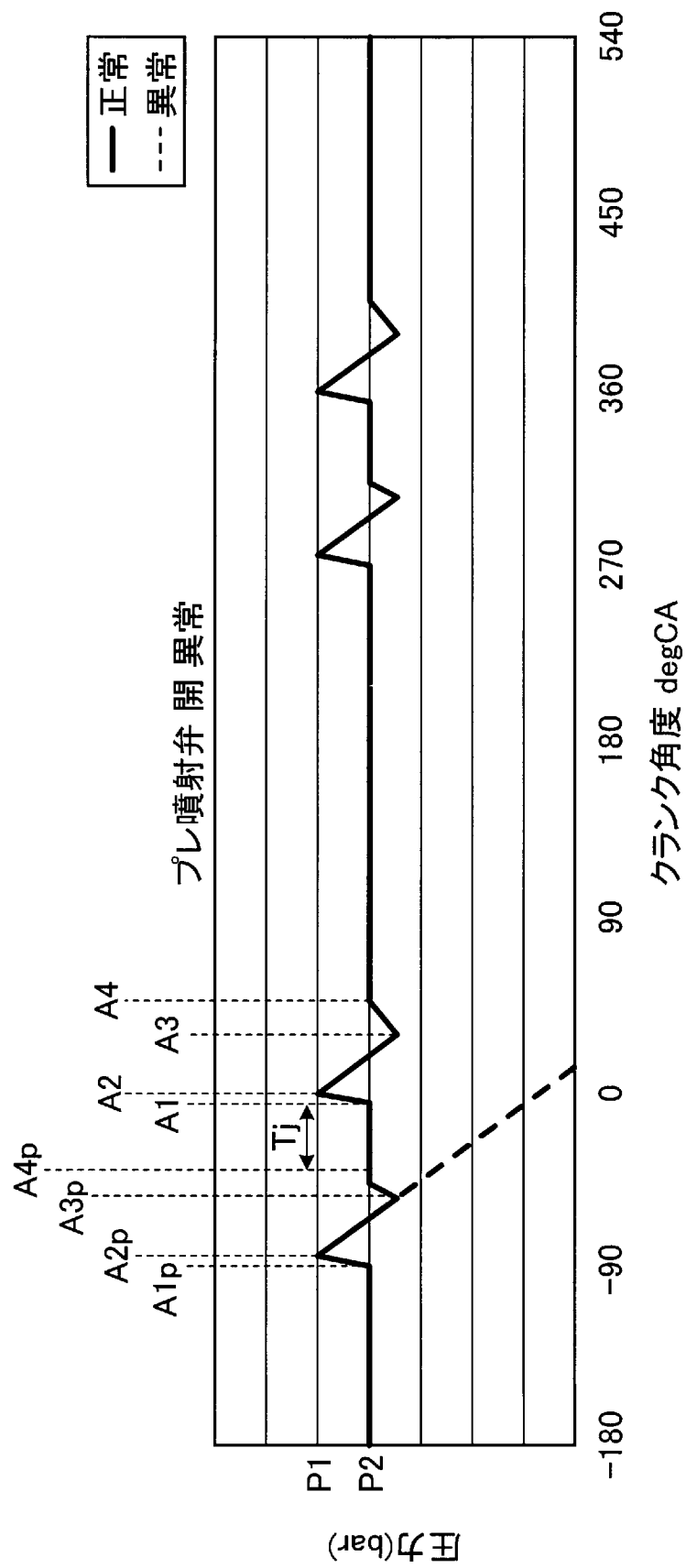
[図12]



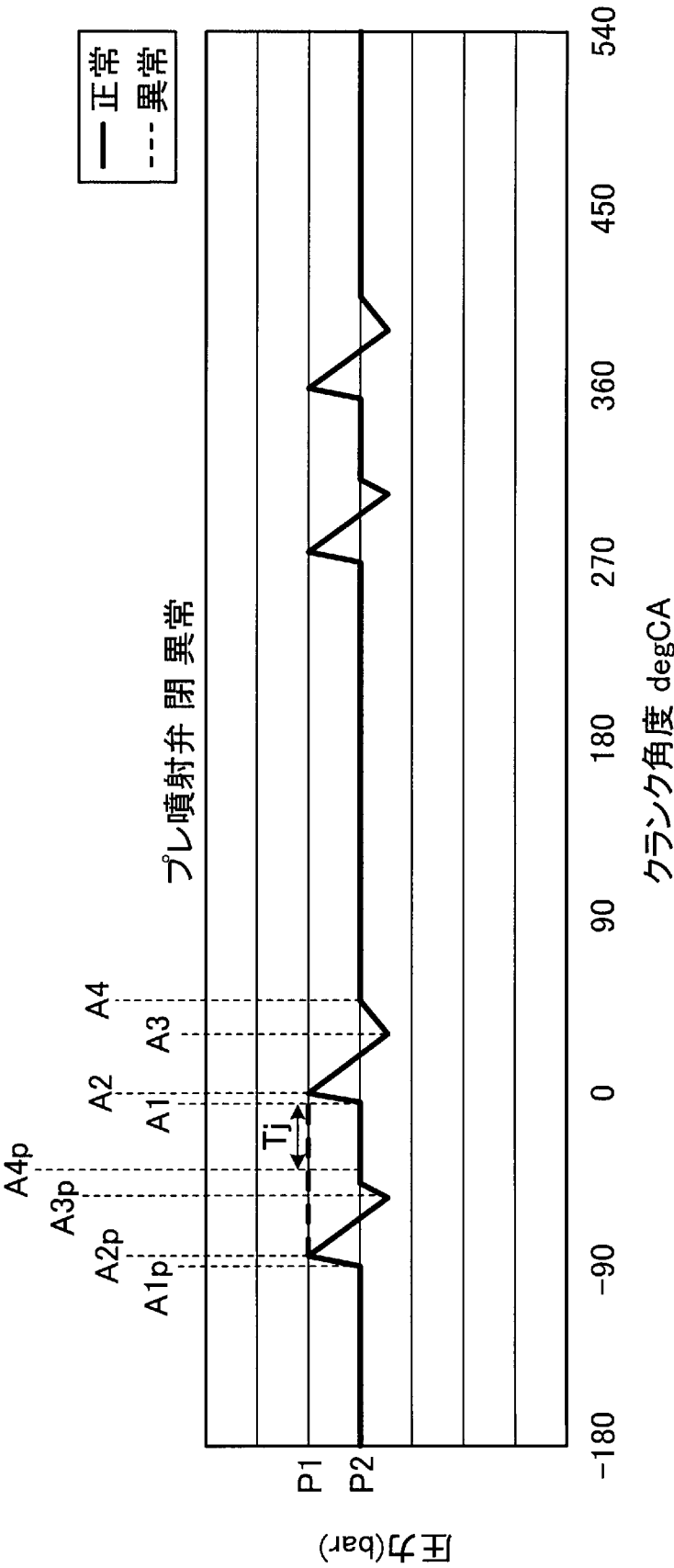
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/083025

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D19/08(2006.01)i, F02D45/00(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02D19/08, F02D45/00

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2012-132418 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 12 July 2012 (12.07.2012), paragraphs [0025], [0029] to [0037], [0041] to [0047]; fig. 1, 4, 5 & WO 2012/086211 A1	1, 6 2-5
Y A	JP 2009-013992 A (Toyota Motor Corp.), 22 January 2009 (22.01.2009), paragraphs [0024], [0027] to [0033]; fig. 2, 3 (Family: none)	1, 6 2-5
A	JP 2000-282956 A (Honda Motor Co., Ltd.), 10 October 2000 (10.10.2000), paragraphs [0011] to [0013], [0032] to [0040]; fig. 2, 10, 11 & US 6390075 B1	1-6

☒ 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
21 January 2015 (21.01.15)

Date of mailing of the international search report
03 February 2015 (03.02.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/083025

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 2006-329135 A (Nikki Co., Ltd.), 07 December 2006 (07.12.2006), paragraphs [0019], [0020], [0024] to [0030]; fig. 1, 2, 4, 5 (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F02D19/08(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（I P C））

Int.Cl. F02D19/08, F02D45/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2012-132418 A（川崎重工業株式会社）2012.07.12, 段落【0025】、【0029】-【0037】、【0041】-【0047】、【図1】、【図4】、 【図5】 & WO 2012/086211 A1	1,6 2-5
Y A	JP 2009-013992 A（トヨタ自動車株式会社）2009.01.22, 段落【0024】、【0027】-【0033】、【図2】、【図3】（ファミリーなし）	1,6 2-5

☒ 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

21.01.2015

国際調査報告の発送日

03.02.2015

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）

有賀 信

3 Z

3 9 2 9

電話番号 03-3581-1101 内線 3395

C (続き) . 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 2000-282956 A (本田技研工業株式会社) 2000. 10. 10, 段落【0011】 - 【0013】, 【0032】 - 【0040】, 【図 2】, 【図 10】, 【図 11】 & US 6390075 B1	1-6
A	JP 2006-329135 A (株式会社ニッキ) 2006. 12. 07, 段落【0019】, 【0020】, 【0024】 - 【0030】, 【図 1】, 【図 2】, 【図 4】, 【図 5】 (ファミリーなし)	1-6