

(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7月31日(31.07.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/115503 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 21/08 (2006.01) *F02D 15/00* (2006.01)
F02D 13/02 (2006.01) *F02D 19/06* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/000124
- (22) 国際出願日: 2014年1月14日(14.01.2014)
- (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 2013-012511 2013年1月25日(25.01.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 竹村 優一(TAKEMURA, Yuichi); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地株式会社デンソー内 Aichi (JP). 溝渕 剛史(MIZOBUCHI, Takeshi); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地株式会社デンソー内 Aichi (JP). 和田 実(WADA, Minoru); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地株式会社デンソー内 Aichi (JP). 野々山 和賢(NONOYAMA, Kazutaka); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地株式会社デンソー内 Aichi (JP). 福田 圭佑(FUKUTA, Keisuke);

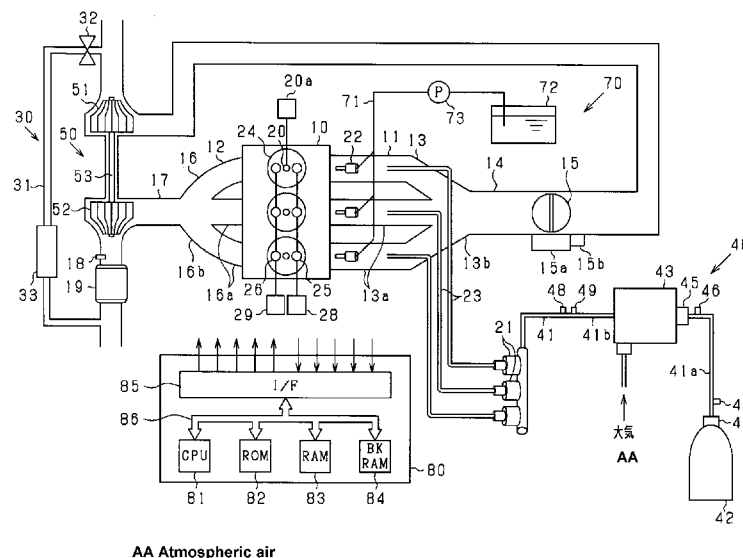
〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地株式会社デンソー内 Aichi (JP).

- (74) 代理人: 金 順姫(KIN, Junhi); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦2丁目13番19号 瀧定ビル6階 Aichi (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 内燃機関の制御装置



(57) Abstract: An internal combustion engine system comprising a first injection valve (21) that injects gas fuel, a second injection valve (22) that injects liquid fuel, and an EGR device that recirculates into a cylinder (24) in an engine (10) some of the exhaust air that is discharged into an exhaust path from the cylinder. A control unit (80) implements recirculation of exhaust air by the EGR device on the basis of the engine operation state. The control unit also limits the implementation of exhaust air recirculation by the EGR device, when the fuel used during engine operation is gas fuel, in comparison to when the engine is operated using liquid fuel.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/115503 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

内燃機関システムは、気体燃料を噴射する第 1 噴射弁 (21) と、液体燃料を噴射する第 2 噴射弁 (22) と、エンジン (10) の気筒 (24) 内から排気通路に排出される排気の一部を気筒内に再循環させる EGR 装置とを備える。制御部 (80) は、エンジン運転状態に基づいて EGR 装置による排気の再循環を実施する。また、エンジン運転時において使用燃料が気体燃料である場合に、液体燃料を用いてのエンジン運転時に比べて、EGR 装置による排気の再循環の実施を制限する。

明 細 書

発明の名称： 内燃機関の制御装置

関連出願の相互参照

[0001] 本開示は、2013年1月25日に出願された日本出願番号2013-12511号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、内燃機関の制御装置に関し、詳しくは気体燃料及び液体燃料をそれぞれ供給可能な燃料供給系を備える車載内燃機関の制御装置に関する。

背景技術

[0003] 従来、例えば圧縮天然ガス（CNG）等の気体燃料を燃焼させて駆動する内燃機関が実用化されている（例えば、特許文献1参照）。この特許文献1には、運転状態に応じて気体燃料と液体燃料とを切り替えて使用する内燃機関において、吸気弁の開弁時期を、液体燃料の使用時よりも気体燃料の使用時の方を遅くすることが開示されている。こうした制御により、気体燃料の混合気の吸気圧の方が気体燃料の供給圧分だけ高くなることを加味して燃焼室に燃料を供給することによって、混合気の燃焼室への供給を各燃料の性質に応じて最適化するようにしている。

[0004] また従来、内燃機関の制御装置としては、燃焼室から排気通路に排出される排気の一部を燃焼室に戻し入れるEGR制御（排気再循環制御）を行うものが知られている。また、EGR制御としては、吸気系と排気系とを接続する配管を介して排気を吸気系に導入し、これを新気とともに吸気弁から燃焼室に導入する外部EGRと、機関バルブのバルブオーバーラップ量を調整することにより排気弁から燃焼室に排気に戻し入れる内部EGRとが知られている。

[0005] 気体燃料と液体燃料とでは、オクタン価などの各種特性が相違する。そのため、気体燃料と液体燃料とを切り替えて使用するEGR制御を行う場合、液体燃料ではEGRの導入効果を十分に得られても、気体燃料で同じような

効果を得ることができるとは必ずしも言えない。また、燃焼に寄与しないガスの導入によって燃焼安定性が低下するなど却って不都合が生じることも考えられる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第2 6 5 6 1 8 1号公報

発明の概要

[0007] 本開示は、気体燃料及び液体燃料をそれぞれ供給可能な燃料供給系を備えるシステムにおいて、燃焼に使用する燃料に応じてEGR装置による排気再循環の実施を最適化することができる内燃機関の制御装置を提供することを主たる目的とする。

[0008] 本開示は、上記課題を解決するために、以下の手段を採用した。

[0009] 本開示は、気体燃料を噴射する第1噴射手段と、液体燃料を噴射する第2噴射手段と、内燃機関の気筒内から排気通路に排出される排気の一部を前記気筒内に再循環させるEGR装置とを備える内燃機関システムに適用され、前記内燃機関の運転状態に基づいて前記EGR装置による前記排気の再循環を実施する内燃機関の制御装置に関する。さらにこの制御装置は、前記内燃機関の運転時において使用燃料が前記気体燃料であるか否かを判定する燃料判定手段と、前記燃料判定手段により使用燃料が前記気体燃料であると判定された場合に、前記液体燃料を用いての前記内燃機関の運転時に比べて、前記EGR装置による前記排気の再循環の実施を制限するEGR制限手段と、を備えることを特徴とする。

[0010] 上記構成では、気体燃料の使用時には液体燃料の使用時に比べて、EGR装置による排気再循環の実施を制限する。一般に、ガソリン燃料などの液体燃料を燃焼に用いる場合には、NO_x発生やノッキング発生の抑制のために、あるいはポンプ損失及び冷却損失の低減、燃料気化促進などを図るべく、EGR装置を用いての排気再循環が実施される。ところが、気体燃料は元々、燃焼によるNO_x発生が生じにくく、ノッキングも起こりにくい。また、

気体であることから、吸気負圧がさほど大きくないためポンプ損失が少なく、また燃料の気化促進を考慮する必要もない。更には、ガソリン等の液体燃料に比べて燃焼温度が低いため、冷却損失も生じにくい。こうした気体燃料の特性を考慮し、上記構成としたため、燃焼に使用する燃料に応じて、EGR装置による排気再循環を適切に実施することができる。

[0011] EGR装置による排気再循環の実施を制限する態様としては、例えば排気再循環の実施を禁止する態様、排気の導入量を少なくする態様、排気再循環を実施する運転領域を制限する態様等を含む。

図面の簡単な説明

[0012] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。その図面は、
[図1]内燃機関システムの概略を示す構成図。

[図2]第1実施形態のEGR率設定用マップの一例を示す図。

[図3]第1実施形態の排気再循環制御の処理手順を示すフローチャート。

[図4]第1実施形態の切替時サブルーチンの処理手順を示す図。

[図5]第1実施形態の排気再循環制御の具体的態様を示すタイムチャート。

[図6]第2実施形態の排気再循環制御の概要を説明する図。

[図7]第2実施形態の排気再循環制御の処理手順を示すフローチャート。

[図8]第2実施形態の切替時サブルーチンの処理手順を示す図。

[図9]第2実施形態の排気再循環制御の具体的態様を示すタイムチャート。

[図10]他の実施形態のEGR率設定用マップの一例を示す図。

[図11]他の実施形態の排気再循環制御の概要を説明する図。

発明を実施するための形態

[0013] (第1実施形態)

以下、本開示を具体化した第1実施形態について図面を参照しつつ説明する。本実施形態は、気体燃料である圧縮天然ガス(CNG)と液体燃料であるガソリンとをエンジン燃焼用の燃料として使用する、いわゆるバイフューエルタイプの車載多気筒エンジンの内燃機関システムとして具体化している。

。本システムの全体概略図を図 1 に示す。

[0014] 図 1 に示すエンジン 10 は直列 3 気筒の火花点火式エンジンよりなり、その吸気ポート及び排気ポートには吸気系統 11、排気系統 12 がそれぞれ接続されている。吸気系統 11 は、吸気マニホールド 13 と吸気管 14 とを有している。吸気マニホールド 13 は、エンジン 10 の吸気ポートに接続される複数（エンジン 10 の気筒数分）の分岐管部 13a と、その上流側であって吸気管 14 に接続される集合部 13b とを有している。吸気管 14 には、空気量調整手段としてのスロットル弁 15 が設けられている。このスロットル弁 15 は、DC モータ等のスロットルアクチュエータ 15a により開度調節される電子制御式のスロットル弁として構成されている。スロットル弁 15 の開度（スロットル開度）は、スロットルアクチュエータ 15a に内蔵されたスロットル開度センサ 15b により検出される。

[0015] また、排気系統 12 は、排気マニホールド 16 と排気管 17 とを有している。排気マニホールド 16 は、エンジン 10 の排気ポートに接続される複数（エンジン 10 の気筒数分）の分岐管部 16a と、その下流側であって排気管 17 に接続される集合部 16b とを有している。エンジン 10 の燃焼後の排気は、エンジン 10 の各気筒 24 内から排気管 17 に排出される。排気管 17 には、排気の成分を検出する排気センサ 18 と、排気を浄化する触媒 19 とが設けられている。排気センサ 18 としては、排気中の酸素濃度から空燃比を検出する空燃比センサが設けられている。

[0016] エンジン 10 の吸気ポート及び排気ポートには、開閉駆動により気筒 24 内に導入される空気量を調整する機関バルブとしての吸気バルブ 25 及び排気バルブ 26 がそれぞれ設けられている。吸気バルブ 25 の開動作により空気と燃料との混合気が気筒 24 内に導入され、排気バルブ 26 の開動作により燃焼後の排気が排気通路に排出される。また、吸気バルブ 25 及び排気バルブ 26 のそれぞれには、吸排気の各バルブ 25、26 の開閉タイミングを可変制御する手段として吸気側バルブ駆動機構 28 及び排気側バルブ駆動機構 29 が設けられている。各バルブ駆動機構 28、29 は、エンジン 10 の

クランク軸に対する吸気側又は排気側の各カム軸の進角量（位相角）を調整するものである。吸気側バルブ駆動機構 28 によれば、吸気バルブ 25 の開閉時期が進角側又は遅角側に変更され、排気側バルブ駆動機構 29 によれば、排気バルブ 26 の開閉時期が進角側又は遅角側に変更される。

[0017] エンジン 10 の各気筒 24 には点火プラグ 20 が設けられている。点火プラグ 20 には、点火コイル等よりなる点火装置 20a を通じて、所望とする点火時期に高電圧が印加される。この高電圧の印加により、各点火プラグ 20 の対向電極間に火花放電が発生し、気筒 24 内（燃焼室内）に導入した燃料が着火され燃焼に供される。

[0018] また、本システムは、エンジン 10 に対して燃料を噴射供給する燃料噴射手段として、気体燃料（CNG 燃料）を噴射する第 1 噴射弁 21 と、液体燃料（ガソリン）を噴射する第 2 噴射弁 22 とを有している。これら噴射弁 21, 22 は、吸気系統 11 において、吸気マニホールド 13 の分岐管部 13a にそれぞれ燃料を噴射する。なお、第 2 噴射弁 22 について、エンジン 10 の気筒 24 内に燃料を直接噴射する直噴式を採用してもよい。

[0019] 各噴射弁 21, 22 は、電磁駆動部が電氣的に駆動されることで弁体が閉位置から開位置にリフトされる開閉タイプの制御弁であり、制御部 80 から入力されるオン／オフ式の開弁駆動信号によりそれぞれ開弁駆動される。これら各噴射弁 21, 22 は、通電により開弁し、通電遮断により閉弁するとともに、通電時間に応じた量の燃料（気体燃料、液体燃料）を噴射する。本実施形態では、第 1 噴射弁 21 の先端部に噴射管 23 が接続されており、第 1 噴射弁 21 から噴出された気体燃料は、噴射管 23 を介して吸気マニホールド 13 の分岐管部 13a に噴射されるようになっている。

[0020] 本システムは、第 1 噴射弁 21 に対して気体燃料を供給する気体燃料供給部 40 を備えている。気体燃料供給部 40 において、第 1 噴射弁 21 にはガス配管 41 を介してガスタンク 42 が接続されている。ガス配管 41 の途中には、第 1 噴射弁 21 に供給される気体燃料の圧力を減圧調整する圧力調整機能を有するレギュレータ 43 が設けられている。レギュレータ 43 は、ガ

スタンク４２内に貯蔵された高圧状態（例えば最大２０ＭＰａ）の気体燃料が、第１噴射弁２１の噴射圧である所定の設定圧（例えば０．２～１．０ＭＰａの範囲内の一定圧）になるように減圧調整するものである。また、減圧調整後の気体燃料は、ガス配管４１を通して第１噴射弁２１に供給されるようになっている。なお、ガス配管４１において、レギュレータ４３よりも上流側が高圧側通路を形成する高圧配管部４１ａ、下流側が低圧側通路を形成する低圧配管部４１ｂとなっている。

[0021] ガス配管４１等により形成されるガス燃料通路には更に、ガスタンク４２の燃料出口の付近に配置されたタンク主止弁４４（タンク出口弁）と、そのタンク主止弁４４よりも下流側であってレギュレータ４３の燃料入口の付近に配置された遮断弁４５と、が設けられている。これら各弁４４，４５によって、ガス配管４１における気体燃料の流通が許容及び遮断される。タンク主止弁４４及び遮断弁４５はいずれも電磁式の開閉弁であり、非通電時において気体燃料の流通が遮断され、通電時において気体燃料の流通が許容される常閉式である。

[0022] ガス配管４１において、高圧配管部４１ａには燃料圧力を検出する圧力センサ４６と、燃料温度を検出する温度センサ４７とが設けられ、低圧配管部４１ｂには燃料圧力を検出する圧力センサ４８と、燃料温度を検出する温度センサ４９とが設けられている。なお、遮断弁４５と圧力センサ４６とはレギュレータ４３に一体に設けることが可能であり、本実施形態では、レギュレータ４３に一体に遮断弁４５と圧力センサ４６とを設ける構成を採用することとしている。

[0023] 本システムは、第２噴射弁２２に対して液体燃料を供給する液体燃料供給部７０を備えている。液体燃料供給部７０において、第２噴射弁２２には、燃料配管７１を介して燃料タンク７２が接続されている。また、燃料配管７１には、燃料タンク７２内の液体燃料を第２噴射弁２２に給送する燃料ポンプ７３が設けられている。

[0024] 本システムには、排気を利用して空気の圧縮を行う過給機５０が設けられ

ている。過給機 50 は、吸気管 14 においてスロットル弁 15 の上流側に配置された吸気コンプレッサ 51 と、排気管 17 においてエンジン 10 の燃焼室の出口近傍であって触媒 19 の上流側に配置された排気タービン 52 と、吸気コンプレッサ 51 及び排気タービン 52 を連結する回転軸 53 と、により構成されている。排気管 17 内を流れる排気によって排気タービン 52 が回転されると、その回転に伴い吸気コンプレッサ 51 が回転され、吸気コンプレッサ 51 の回転により生じる遠心力によって吸気が圧縮される（過給される）。また、吸気管 14 には、吸気コンプレッサ 51 の下流側に、過給された吸気を冷却する熱交換器としての図示しないインタクーラが設けられており、これにより圧縮効率の低下が抑制されるようになっている。なお、本実施形態において過給機 50 は、図示しない可変ベーンの開度を調節することにより吸気の過給圧を調節可能になっている。

[0025] また、本システムには、排気の一部を燃焼室に再循環させる EGR 装置として外部 EGR 装置 30 が設けられている。外部 EGR 装置 30 は、排気管 17 と吸気管 14 とを接続する EGR 配管 31 と、EGR 配管 31 に設けられた電磁式の開閉弁としての EGR 弁 32 と、EGR 配管 31 内を通過する排気を冷却する EGR クーラ 33 と、を備えている。この EGR 弁 32 の開度（EGR 開度）を変更することによって、吸気系統 11 に再循環させる排気量（EGR ガス量）を調整可能になっている。なお、EGR 配管 31 は、吸気管 14 において吸気コンプレッサ 51 の上流側と、排気管 17 において触媒 19 の下流側とを接続する構成としたが、これに限定せず、例えば吸気コンプレッサ 51 の上流側又は下流側と触媒 19 の上流側とを接続する構成であってもよい。また、EGR 開度によって EGR ガス量を変更する構成に代えて、EGR 弁 32 の開弁時間を変更することによって EGR ガス量を変更する構成としてもよい。

[0026] 制御部 80 は、CPU 81 と、ROM 82 と、RAM 83 と、バックアップ RAM 84 と、インターフェース 85 と、双方向バス 86 とを備えている。CPU 81、ROM 82、RAM 83、バックアップ RAM 84 及びイン

ターフェース 85 は、双方向バス 86 によって互いに接続されている。

[0027] CPU 81 は、本システムにおける各部の動作を制御するためのルーチン（プログラム）を実行する。ROM 82 には、CPU 81 が実行するルーチン、及びこのルーチン実行の際に参照されるマップ類（マップの他、テーブルや関係式等を含む）、パラメータ等の各種データが予め格納されている。RAM 83 は、CPU 81 がルーチンを実行する際に、必要に応じてデータを一時的に格納する。バックアップ RAM 84 は、電源が投入された状態で CPU 81 の制御下でデータを適宜格納するとともに、この格納されたデータを電源遮断後も保持する。

[0028] インターフェース 85 は、上述したスロットル開度センサ 15b、排気センサ 18、圧力センサ 46、48、温度センサ 47、49 や、本システムに設けられたその他のセンサ類（クランク角センサ、エアフロメータ、冷却水温センサ、車速センサ、アクセルセンサ等）と電氣的に接続されており、これらのセンサからの出力（検出信号）を CPU 81 に伝達する。また、インターフェース 85 は、スロットルアクチュエータ 15a、点火装置 20a、各噴射弁 21、22、タンク主止弁 44、遮断弁 45 等の駆動部と電氣的に接続されており、CPU 81 から送出された駆動信号を駆動部に向けて出力することにより、これら駆動部を駆動させる。すなわち、制御部 80 は、上述のセンサ類の出力信号等に基づいてエンジン 10 の運転状態を取得し、その取得した運転状態に基づいて上述の駆動部の制御を実施する。

[0029] 具体的には、例えばアクセルセンサにより検出されるアクセル操作量及びクランク角センサにより検出されるエンジン回転速度等に基づいてエンジン 10 の吸入空気量を算出し、その算出値に基づいてスロットルアクチュエータ 15a の駆動を制御する。また、上記エンジン回転速度及びエアフロメータにより検出される吸入空気量等に基づいて燃料噴射量（燃料噴射時間）を算出し、その算出値に基づいて各噴射弁 21、22 の駆動を制御する。また、エンジン回転速度及び吸入空気量などに基づいて最適点火時期を算出し、その最適点火時期で点火が行われるように点火装置 20a の駆動を制御する。

。

[0030] 点火装置 20a やタンク主止弁 44、遮断弁 45、EGR 弁 32 には、制御部 80 から制御信号が入力されるようになっている。具体的には、点火装置 20a は、制御部 80 からの制御信号に応じて高電圧を出力し点火プラグに点火火花を生じさせる。タンク主止弁 44 及び遮断弁 45 は、それぞれ独立に、制御部 80 からの制御信号に応じて閉弁状態と開弁状態とが切り替えられる。EGR 弁 32 は、制御部 80 からの制御信号に応じてその開度の変更される。なお、EGR 開度＝ゼロでは EGR 弁 32 が全閉状態となり、外部 EGR 装置 30 による排気の再循環が実施されない状態となる。

[0031] 制御部 80 は、タンク内の燃料残量や、図示しない燃料選択スイッチからの入力信号等に応じて、エンジン 10 の燃焼に使用する燃料を選択的に切り替えている。具体的には、ガスタンク 42 内の気体燃料の残存量が所定値を下回った場合又は燃料選択スイッチにより液体燃料の使用が選択されている場合には液体燃料を優先的に使用し、燃料タンク 72 内の液体燃料の残存量が所定値を下回った場合又は燃料選択スイッチにより気体燃料の使用が選択されている場合には気体燃料を優先的に使用する。また、制御部 80 は、エンジン運転状態に応じて使用燃料を切り替えている。具体的には、エンジン 10 の始動の際には、基本的には液体燃料を使用してエンジン 10 の運転を行い、エンジン 10 の始動完了後、使用燃料を液体燃料から気体燃料に切り替えてエンジン 10 の運転を行うようにしている。

[0032] 本システムにおいて、制御部 80 は、エンジン運転状態に基づいて、外部 EGR 装置 30 による排気の再循環を実施している。燃焼室内に排気を戻すことにより燃焼温度を低下させ、これにより NO_x 発生の抑制や、冷却損失の低減、ノッキングの抑制を図ったり、あるいは低温時において燃料気化を促進させたりするようにしている。また、エンジン 10 の中回転・中負荷領域にて排気再循環を実施することによりポンプ損失を低減させ、燃費向上を図るようにしている。

[0033] 詳しくは、制御部 80 は、都度のエンジン運転状態に基づいて、エンジン

10の燃焼室内に導入される空気量全体に対するEGRガス量の占める割合（外部EGR率）の目標値を算出し、その算出した目標値になるようにEGR開度を制御する。本実施形態では、エンジン回転速度とエンジン負荷と外部EGR率との関係がEGR率設定用マップとしてROM82に予め格納されている。制御部80は、このEGR率設定用マップを参照することにより、都度のエンジン回転速度とエンジン負荷とに基づいて外部EGR率の目標値を算出している。図2に、EGR率設定用マップの一例を示す。同図によれば、中回転・中負荷のエンジン運転領域で外部EGR率が最も大きく、アイドル運転領域（低回転・低負荷領域）及び高回転・高負荷領域では外部EGR率がゼロに設定されるようになっている。

[0034] ところで、液体燃料を用いてエンジン運転を行う場合には、排気再循環を実施することによる上記の効果、すなわちNO_x発生の抑制や、冷却損失の低減、ノッキングの抑制、燃料気化促進、ポンプ損失の低減等といった種々の効果を十分に得ることができる。ところが、気体燃料については、排気再循環の実施による効果を液体燃料ほど得ることができない。すなわち、気体燃料（特にCNG燃料）は、元々、燃焼によるNO_x排出量が少なく、またオクタン価が高くノッキングが生じにくいといった特性を有する。また更に、ガソリン等の液体燃料に比べて燃焼温度が低く、気体であることから吸気負圧が比較的小さく、また気化促進を図る必要がない等といった、ガソリン燃料とは異なる種々の特性を有する。そのため、気体燃料を使用している場合には、液体燃料では排気再循環による効果が十分に得られるエンジン運転状態であっても、上記のようなEGRによる効果が目減りするか、あるいは同効果を得ることができない。逆に、排気を燃焼室内に導入することによって燃焼が不安定性になるといったデメリットが生じる可能性がある。

[0035] そこで本実施形態では、燃焼用の燃料として気体燃料を用いてエンジン10の運転を行っている場合には、液体燃料を用いてのエンジン運転時よりも、外部EGR装置30による排気の再循環の実施を制限することとしている。特に本実施形態では、気体燃料の使用時には、エンジン運転状態に関わら

ず、外部EGR装置30による排気の再循環の実施を禁止することとしている。

[0036] 次に、本実施形態の排気再循環制御の処理手順について、図3のフローチャートを用いて説明する。本処理は、エンジン10が運転状態にある場合に、制御部80のCPU81により所定周期で繰り返し実行される。

[0037] 図3において、ステップS101では、センサによって検出されるエンジン回転速度NE及びエンジン負荷を取得する。続くステップS102では、使用燃料を、気体燃料及び液体燃料のうちの一方の燃料から他方の燃料に切り替える切替要求があり（要求判定手段）、かつその切替要求に伴う使用燃料の切り替えが完了する前であるか否かを判定する。ステップS102で2つの要件の少なくともいずれかが否定判定された場合、すなわち燃料の切替要求がない場合、切替要求に伴う燃料の切り替えの実施中でない場合にはステップS103へ進む。

[0038] ステップS103では、使用燃料が気体燃料であるか否かを判定する（燃料判定手段）。液体燃料を用いてのエンジン運転時であればステップS104へ進み、EGR禁止フラグをオフにするとともに、取得したエンジン回転速度及びエンジン負荷に基づいて、EGR率設定用マップ（図2参照）を用いて外部EGR率の目標値を算出する。また、続くステップS106では、算出した目標値に基づいてEGR開度の目標値（目標EGR開度）を算出するとともに、EGR弁32の実開度が目標EGR開度になるようEGR弁32に駆動指令を出力する。ここで、目標EGR開度は、外部EGR率の目標値が大きいほど開弁側の値に設定される。このとき、エンジン回転速度が高回転側であるほどEGRガスが吸気系に導入されにくいことを考慮して、エンジン回転速度に基づいて目標EGR開度を可変設定することが望ましい。

[0039] 一方、使用燃料が気体燃料である場合には、ステップS105へ進み、EGR禁止フラグをオンにするとともに、外部EGR率をゼロに設定する。また、ステップS106で、EGR弁32の実開度が目標EGR開度（ゼロ）になるようにEGR弁32に駆動指令を出力する（EGR制限手段）。この

EGR禁止フラグがオンされている期間では外部EGR装置30による排気再循環の実施が禁止される。そして本処理を終了する。

[0040] ここで、使用燃料に応じて外部EGR率を相違させる構成では、使用燃料の切り替えに伴いEGR開度を変更する必要がある。一方、目標EGR開度を変更してEGR弁32に駆動指令を出力してから、EGR弁32の実開度が目標EGR開度になるまでにはある程度の時間を要する。そのため、エンジン10の燃焼に使用する燃料を一方の燃料から他方の燃料に切り替える場合に、燃料の切り替えを一気に行うと、EGR開度の変化が燃料の切り替えに追いつけず、EGRガス量の過不足が生じることによってエンジン運転状態が悪化するおそれがある。

[0041] 例えば、液体燃料（ガソリン燃料）を用いてのエンジン運転時であって、外部EGR装置30による排気再循環が実施されている状況において、使用燃料を液体燃料（ガソリン燃料）から気体燃料（CNG燃料）に切り替える場合を考える。このとき、液体燃料100%、気体燃料0%の噴射態様から、液体燃料0%、気体燃料100%の噴射態様に一気に切り替えると、EGR開度がゼロになる前に気体燃料への切り替えが完了することによってエンジン出力が低下するおそれがある。また、気体燃料（CNG燃料）を用いてのエンジン運転時であって、外部EGR装置30による排気再循環が禁止されている状況において、使用燃料を気体燃料（CNG燃料）から液体燃料（ガソリン燃料）に切り替える場合を考える。このとき、液体燃料0%、気体燃料100%の噴射態様から、液体燃料100%、気体燃料0%の噴射態様に一気に切り替えると、液体燃料の使用時における適正なEGR開度への変更が完了する前に液体燃料への切り替えが完了することによって、ノッキングが発生するおそれがある。

[0042] そこで本実施形態では、使用燃料を、気体燃料及び液体燃料のうちの一方の燃料から他方の燃料に切り替える切替要求があった場合には、その一方の燃料の噴射量を徐々に減量しつつ他方の燃料の噴射量を徐々に増量することによって使用燃料の切り替えを実施する。また、その燃料切替の開始から完

了するまでの期間において、一方の燃料と他方の燃料との使用比率に応じて、EGRガス量（外部EGR率）を可変制御することとしている。

[0043] すなわち、上記図3の排気再循環制御において、ステップS102で2つの要件が共に肯定判定された場合、具体的には、燃料の切替要求があった直後のタイミング又は同切替要求に伴う燃料切替の実施中である場合には、ステップS107へ進み、図4に示す切替時サブルーチンを実行する。

[0044] 図4において、ステップS201では、気体燃料及び液体燃料の噴射量をそれぞれ算出する。具体的には、切替要求があった直前まで使用していた燃料（切替前燃料）について、前回噴射量から所定量 α だけ減量補正した値を今回噴射量として算出するとともに、他方の燃料（切替後燃料）について、前回噴射量から所定量 α だけ増量補正した値を今回噴射量として算出する（噴射制御手段）。なお、算出した噴射量に基づく第1噴射弁21及び第2噴射弁22の駆動は図示しない別ルーチンにより実行される。

[0045] 続くステップS202では、燃料の使用比率に応じて外部EGR率の目標値を算出する。本実施形態では、液体燃料の使用時での外部EGR率 Egr_1 と、気体燃料の使用時での外部EGR率 Egr_2 とを線形補間し、燃料の使用比率に応じた値を外部EGR率の目標値として取得する。ここで、外部 Egr_1 は、EGR率設定用マップにおいて現在のエンジン回転速度及びエンジン負荷に対応する外部EGR率であり、 Egr_2 はゼロである。なお、ここでの外部EGR率の算出方法は上記に限定せず、例えば燃料の使用比率と外部EGR率との関係をマップ等としてROM82に予め格納しておき、同マップを用いることにより算出してもよい。このマップによれば、液体燃料の使用比率が高いほど、外部EGR率が大きい値に設定されるようになっている。ステップS203では、算出した目標値に基づいて目標EGR開度を算出するとともに、EGR弁32の実開度が目標EGR開度になるようEGR弁32に駆動指令を出力する。

[0046] 次に、本実施形態の排気再循環制御の具体的態様を、図5のタイムチャートを用いて説明する。この図5では、液体燃料を用いてのエンジン運転中に

気体燃料への切替要求があった場合（例えば燃料選択スイッチの切替操作があった場合など）を想定している。なお、図5では、エンジン運転状態（エンジン回転速度及びエンジン負荷）が一定の場合について示している。

[0047] 図5において、液体燃料を用いてのエンジン運転が行われている期間では、EGR禁止フラグがオフにされ、エンジン運転状態に応じた外部EGR率で排気の再循環が実施される。この状況下において、使用燃料を気体燃料に切り替える切替要求があった場合、その要求タイミング t_{11} 以降の期間では、液体燃料の噴射量が所定量ずつ徐々に減量されるとともに、気体燃料の噴射量が所定量ずつ徐々に増量される。なお、噴射量の変更の際には、エンジン出力が変動しないように、液体燃料の減量分に相当するエンジン出力を気体燃料で賄うことができるように気体燃料を増量させるようにする。また、燃料の切替開始から完了するまでの期間 T_{A1} では、液体燃料の使用比率が小さくなるのに伴い、外部EGR率が小さくなるようにEGR弁32が徐々に閉弁される。そして、使用燃料が液体燃料から気体燃料に完全に切り替わったタイミング t_{12} で、EGR禁止フラグがオンにされる。これにより、タイミング t_{12} 以降、気体燃料を用いてエンジン運転を行っている期間では、EGRガスの再循環が禁止される。

[0048] なお、気体燃料（CNG燃料）と液体燃料（ガソリン燃料）とでは最適点火時期についても相違しており、CNG燃料の方が進角側に最適点火時期が存在する。この点を考慮し、本実施形態では、使用燃料に応じて点火時期を変更している。また、使用燃料の切替要求に伴い2種の燃料を併用する期間 T_{A1} では、エンジン10の出力安定性を保つ観点から、点火時期を徐々に変更することとしている（図5）。具体的には、ガソリン燃料からCNG燃料への切替時には、点火時期を、ガソリン燃料での最適点火時期からCNG燃料での最適点火時期に向けて所定角度ずつ進角側に設定し（図5の破線）、CNG燃料からガソリン燃料への切替時には、CNG燃料での最適点火時期からガソリン燃料での最適点火時期に向けて所定角度ずつ遅角側に設定する。また、使用燃料の切り替えを開始してから完了するまでの期間（外部E

G R率を変更している期間) T A 1では、ノッキングの抑制を図るべく、燃料の使用比率に応じて設定した最適点火時期(図5の破線)に対して更に遅角補正を行ってもよい(図5の実線)。

[0049] また、期間T A 1では、互いに燃料性状が異なる2種の燃料を併用するため、通常の燃焼状態とは異なる。かかる状況下でノッキングによる点火遅角学習の更新処理を実施すると、不適切な点火時期設定になるおそれがある。したがって、本実施形態では、同期間T A 1において、ノッキングによる点火遅角学習の更新処理を禁止することとしている。具体的には、使用燃料を液体燃料から気体燃料に切り替える切替要求があったタイミングt 1 1で、点火学習許可フラグをオンからオフに切り替える。また、燃料の切り替えが完了したタイミングt 1 2で、点火学習許可フラグをオフからオンに切り替える。これにより、点火学習許可フラグがオフされている期間において、ノッキングによる点火遅角学習の更新処理の実施が禁止される。

[0050] 以上詳述した本実施形態によれば、次の優れた効果が得られる。

[0051] 気体燃料の使用時には液体燃料の使用時に比べて、E G R装置による排気再循環の実施を制限する構成とした。液体燃料(ガソリン燃料)ではE G Rガスの導入効果が十分に得られても、気体燃料(C N G燃料)ではその燃料特性から、E G Rガスの導入による効果が少ない。また、燃焼に寄与しないガスが燃焼室に導入されることにより、却って不都合が生じるおそれもある。この点、上記構成によれば、燃焼に使用する燃料に応じてE G R装置による排気再循環を適切に実施することができる。

[0052] E G R装置による排気再循環の実施を制限する態様として、その実施を禁止する構成としたため、気体燃料の使用時において、燃焼室内にE G Rガスを導入することに起因する燃焼安定性の低下を確実に抑制することができる。

[0053] 使用燃料を、気体燃料及び液体燃料のうちの一方の燃料から他方の燃料に切り替える切替要求があった場合に、その一方の燃料の噴射量を徐々に減量しつつ他方の燃料の噴射量を徐々に増量することにより使用燃料の切り替え

を実施する構成とした。燃料の切替要求に伴い燃料の切り替えを一気に行うと、例えばオクタン価などの相違に起因してノッキングが生じたりするおそれがある。特に、使用燃料に応じてEGRの実施態様を変更する構成では、使用燃料の切り替えに伴いEGR開度を変更する必要があるが、その際、燃料の切り替えに対しEGR開度の変化が追いつかず、EGRガス量の過不足に起因してエンジン運転状態が悪化することが考えられる。これに対し、上記構成では、燃料の切り替えを段階的に実施するため、エンジン運転状態を安定させた状態で使用燃料を切り替えることができる。

[0054] また、燃料の切替要求に伴い燃料の切り替えを開始してから完了するまでの期間において、一方の燃料と他方の燃料との使用比率に応じて外部EGR率（EGRガス量）を可変制御することとした。この構成によれば、燃料を併用する場合にも、EGRガス量を都度のエンジン運転状態に応じた適切な値で制御することができる。

[0055] 過給機付きのエンジン10では、自然吸気エンジンよりも燃焼温度が高くなる傾向にあり、ガソリン燃料の使用時において、ノッキング抑制のためにEGRガスを導入する運転領域及びEGRガス量が多い。一方、過給機付きのエンジン10で、気体燃料の使用時にもガソリン燃料の使用時と同じようにEGRガスの導入を積極的に行うと、燃焼が不安定性になるといった不都合が生じやすい。この点、上記実施形態によれば、過給機付きのエンジン10に本開示を適用することにより、EGRガス導入に起因する燃焼安定性の低下を抑制するといった効果をより好適に得ることができる。

[0056] （第2実施形態）

次に、本開示の第2実施形態について、上記第1実施形態との相違点を中心に説明する。上記第1実施形態では、気体燃料を用いてのエンジン運転中において、外部EGR装置30による排気再循環の実施を制限する場合について説明した。これに対し、本実施形態では、機関バルブのバルブ特性を調節することによって排気再循環させる内部EGR装置（吸気側バルブ駆動機構28、排気側バルブ駆動機構29）による排気再循環につき、気体燃料を

用いてのエンジン運転中にはその実施を制限する構成とする。

[0057] 本実施形態の排気再循環制御について、図6を用いて説明する。なお、図6では、エンジン10の運転状態が中負荷の場合を想定している。まず、液体燃料を用いてのエンジン運転時には、図6(a)に示すように、排気バルブ26の閉弁時期を吸気バルブ25の開弁時期よりも遅くしてバルブオーバーラップを生じさせる。このオーバーラップにより、排気ポートから燃焼室内に戻された排気を利用してEGR効果を得るようにしている。また、本実施形態では、更なるノッキング抑制のために、吸気バルブ25の閉弁時期を圧縮下死点(圧縮BDC)から離すことで実圧縮比を低下させるようにしている。具体的には、図6(a)に示すように、吸気バルブ25の閉弁時期を圧縮BDCから所定角度 θ_1 だけ遅角側に設定する。この場合、吸気バルブの開弁時期が、吸気行程の上死点(TDC)以降に設定される。したがって、排気バルブ26については、その閉弁時期を吸気TDC以降であって、かつバルブオーバーラップ量が $\Delta\theta_1$ となるようにバルブタイミングを制御する。

[0058] これに対し、気体燃料を用いてのエンジン運転時には、液体燃料を用いてのエンジン運転時よりもバルブオーバーラップ量が小さくなるように、吸気バルブ25及び排気バルブ26のバルブタイミングを制御する。これにより、EGR装置による排気再循環の実施を制限している。本実施形態では、図6(b)に示すように、気体燃料を用いてのエンジン運転時には、エンジン運転状態に関らずバルブオーバーラップ量をゼロとする、つまり燃焼室内への排気の戻りが生じないようにする。また、気体燃料(CNG燃料)はノッキングが生じにくいといった特性を有することを利用し、気体燃料を用いてのエンジン運転時には、液体燃料(ガソリン燃料)を用いてのエンジン運転時よりも、吸気バルブ25の閉弁時期を圧縮BDCに近付けて、エンジン10の実圧縮比を高くしている。具体的には、図6(b)に示すように、吸気バルブ25の閉弁時期を圧縮TDCから所定角度 θ_2 ($\theta_1 > \theta_2$)だけ遅角側に設定する。この場合、吸気バルブの開弁時期が、吸気TDC又はその

近傍に設定される。したがって、排気バルブ 26 については、バルブオーバーラップ量がゼロになるようにバルブタイミングを制御する。なお、図 6 (b) では、排気バルブ 26 の閉弁時期を吸気 TDC 又はその近傍としているが、これは排気の掃気量をできるだけ大きくするためである。

[0059] 次に、本実施形態の排気再循環制御の処理手順について、図 7 及び図 8 のフローチャートを用いて説明する。本処理は、エンジン 10 が運転状態にある場合に、制御部 80 の CPU 81 により所定周期で繰り返し実行される。なお、図 7 及び図 8 の説明では、上記図 3、図 4 と同じ処理については図 3、図 4 のステップ番号を付してその説明を省略する。

[0060] 図 7 において、ステップ S301～S303 では、上記図 3 のステップ S101～S103 と同じ処理を実行する。使用燃料が液体燃料である場合、ステップ S304 へ進む。ステップ S304 では、EGR 禁止フラグをオフにするとともに、エンジン運転状態に基づいてバルブオーバーラップ量及び吸気バルブ 25 の閉弁時期（吸気閉じ時期）を設定する。このとき、エンジン 10 の中回転・中負荷運転領域でバルブオーバーラップ量が最も大きい値に設定され、低回転・低負荷ほど又は高回転・高負荷ほどバルブオーバーラップ量が小さい値（本実施形態ではゼロ）に設定される。また、吸気閉じ時期は、ノッキングが生じやすい運転領域（例えば高回転・高負荷運転領域）ほど、圧縮 BDC に対してより遅角側に設定される。

[0061] 一方、使用燃料が気体燃料である場合には、ステップ S305 へ進み、EGR 禁止フラグをオンにする。また、バルブオーバーラップ量をゼロに設定するとともに（EGR 制限手段）、吸気閉じ時期を、液体燃料の使用時よりも圧縮 TDC に近付ける側に（進角側に）設定する（圧縮比増大手段）。

[0062] ステップ S306 では、設定した吸気閉じ時期及びオーバーラップ量に基づいて排気閉じ時期を設定するとともに、その設定した閉じ時期で吸気バルブ 25 及び排気バルブがそれぞれ閉弁されるよう吸気側バルブ駆動機構 28 及び排気側バルブ駆動機構 29 に駆動指令を出力する。

[0063] また、燃料の切替要求があった場合又は同切替要求に伴う燃料切替の実施

中である場合にはステップS 3 0 7へ進み、図8に示す切替時サブルーチンを実行する。図8において、ステップS 4 0 1では、上記図4のステップS 2 0 1と同様の処理を実行し、続くステップS 4 0 2では、燃料の使用比率に応じて、バルブオーバーラップ量及び吸気閉じ時期を設定する。具体的には、液体燃料の使用比率が高いほど、バルブオーバーラップ量を大きい値に設定するとともに、吸気閉じ時期を圧縮B D Cに対して遅角側に設定する。また、ステップS 4 0 3では、その設定した吸気閉じ時期及びバルブオーバーラップ量に基づいて排気閉じ時期を設定するとともに、吸気側バルブ駆動機構2 8及び排気側バルブ駆動機構2 9に駆動指令を出力する。

[0064] 次に、本実施形態の排気再循環制御の具体的態様を、図9のタイムチャートを用いて説明する。図9では、液体燃料を用いてのエンジン運転中に気体燃料への切替要求があった場合（例えば燃料選択スイッチの切替操作があった場合など）を想定している。なお、図9では、エンジン運転状態（エンジン回転速度及びエンジン負荷）が一定の場合について示している。

[0065] 図9において、液体燃料を用いてのエンジン運転中の期間では、E G R禁止フラグがオフにされ、エンジン運転状態に応じたバルブオーバーラップ量（E G Rガス量）になるようバルブタイミングが制御される。この状況下において、使用燃料を気体燃料に切り替える切替要求があった場合、要求タイミング t_{21} 以降では、液体燃料の噴射量を所定量ずつ徐々に減量させるとともに、気体燃料の噴射量を所定量ずつ徐々に増量させる。また、燃料の切替開始から完了するまでの期間T A 2では、液体燃料の使用比率が小さくなるのに伴いE G Rガス量が少なくなるように、バルブオーバーラップ量が徐々に少なくされる。また、液体燃料の使用比率が小さくなる（気体燃料の使用比率が大きくなる）のに伴いエンジン1 0実圧縮比が大きくなるように、吸気閉じ時期が徐々に進角側に（圧縮B D Cに近付ける側に）変更される。そして、使用燃料が液体燃料から気体燃料に完全に切り替わったタイミング t_{22} でE G R禁止フラグをオンにする。こうして、タイミング t_{22} 以降、気体燃料を用いてエンジン運転を行っている間はE G Rガスの再循環が禁

止される。

[0066] 以上詳述した第2実施形態によれば、上記第1実施形態の効果に加え、更に次の優れた効果を得ることができる。

[0067] CNG燃料は高オクタン価であり、ノッキングが発生しにくい。この点に鑑み、CNG燃料を用いてのエンジン運転時には、ガソリン燃料を用いてのエンジン運転時よりも、吸気バルブ25の閉弁時期を圧縮BDCに近付けることによりエンジン10の実圧縮比を高くする構成とした。こうすることにより、CNG燃料の使用時においてエンジン10の出力確保を図ることができる。

[0068] 特に、気体燃料の使用時にバルブオーバーラップを利用して排気の戻しを行った場合、気体燃料は軽量であるため、吸気バルブ25から燃焼室内に導入された気体燃料を含む混合気が、吸気マニホールドを介して他の気筒に吸引されることが考えられる。また、他の気筒に吸引された混合気が燃焼に供されることで空燃比が悪化するおそれがある。この点、上記構成では、気体燃料の使用時には、EGR装置による排気の再循環の実施を制限する構成としたことから、上記のような不都合を抑制することができる。

[0069] (他の実施形態)

本開示は上記実施形態の記載内容に限定されず、例えば次のように実施されてもよい。

[0070] 上記実施形態では、気体燃料を用いてのエンジン運転時には、EGR装置による排気の再循環の実施を禁止することにより、排気の再循環の実施を制限する構成とした。これに対し、本実施形態では、気体燃料を用いてのエンジン運転時には、EGR装置による排気の再循環を実施するエンジン運転領域を制限することにより、排気の再循環の実施を制限する構成とする。スロットル弁15が閉じ側の運転領域（低～中負荷運転領域）では、高負荷運転領域に比べて吸気負圧が大きく、ポンプ損失が高くなる。そこで、気体燃料を用いてのエンジン運転時において、液体燃料の使用時にEGR装置による排気再循環を実施するエンジン運転領域のうちの一部について（例えば中回

転・中負荷運転領域）は排気再循環を実施する。これにより、ポンプ損失を低減させることができ、ひいては燃費向上を図ることができる。具体的には、外部EGR装置30に適用する場合であれば、上記第1実施形態において、EGR率設定用マップを、上記図2のマップに代えて図10のマップを用いる構成とする。

[0071] 上記第2実施形態では、吸気側バルブ駆動機構28及び排気側バルブ駆動機構29を、機関バルブの開閉タイミングを可変制御することによりバルブ特性を調整する構成としたが、機関バルブの作用角を可変制御することによりバルブ特性を調整する構成であってもよい。この構成における排気再循環制御について図11に示す。なお、図11では、内部EGR装置として、吸気バルブ25の作用角を可変制御する吸気側バルブ駆動機構28を備えるシステムに適用した場合を説明する。

[0072] 例えば中負荷状態において、液体燃料を用いてのエンジン運転時には、図11(a)に示すように、吸気バルブ25の作用角を広げることによって、吸気バルブ25と排気バルブ26とのバルブオーバーラップを生じさせる。このオーバーラップにより、排気ポートから燃焼室内に戻された排気によるEGR効果を得るようにしている。また、吸気バルブ25の閉弁時期を圧縮BDCから離すことでエンジン10の実圧縮比を低下させる。具体的には、図11(a)に示すように、吸気バルブ25の閉弁時期が圧縮BDCから所定角度 θ_3 だけ遅角側になるように、かつバルブオーバーラップ量が $\Delta\theta_2$ となるように吸気側バルブ駆動機構28を駆動する。

[0073] これに対し、気体燃料を用いてのエンジン運転時には、液体燃料を用いてのエンジン運転時よりもバルブオーバーラップ量が小さくなるように、例えばバルブオーバーラップ量がゼロとなるように吸気バルブ25の作用角を狭くする(図11(b)参照)。また、気体燃料の使用時には、液体燃料(ガソリン燃料)の使用時よりも吸気バルブ25の閉弁時期を圧縮BDCに近付けて、エンジン10の実圧縮比を高くする。具体的には、図11(b)に示すように、吸気バルブ25の閉弁時期が圧縮TDCから所定角度 θ_4 (θ_3

＜θ 4）だけ遅角側になるように、かつバルブオーバーラップ量がゼロになるように吸気側バルブ駆動機構 28 を駆動する。

[0074] EGR 装置による排気再循環の実施を制限する態様として、EGR ガス量が、同一運転領域で比較した場合に液体燃料の使用時よりも少なくなるようにする態様としてもよい。このとき、排気再循環を実施するエンジン運転領域については液体燃料の場合と同じにしてもよいし、液体燃料の場合の一部としてもよい。例えば前者であれば、気体燃料の使用時において、上記図 2 の EGR 率設定用マップを用いて現在のエンジン運転状態に対応する外部 EGR 率を算出し、その算出値から所定量を差し引くか又は所定係数（＜1）を乗算することにより、該算出値よりも小さい値を外部 EGR 率の目標値に設定する構成とする。あるいは、液体燃料用のマップと気体燃料用のマップとを別個に有する構成としてもよい。

[0075] 上記第 2 実施形態では、気体燃料を用いてのエンジン運転時には、液体燃料を用いてのエンジン運転時に比べて、圧縮 BDC からの遅角量が小さくなる角度位置に吸気閉じ時期を設定することにより実圧縮比を増大させる構成とした。気体燃料の使用時に実圧縮比を増大させる態様としてはこれに限定せず、吸気閉じ時期を、圧縮 BDC よりも進角側であって、かつ液体燃料の使用時よりも圧縮 BDC からの位相角が小さくなる角度位置に設定することにより実圧縮比を増大させる構成としてもよい。

[0076] 上記第 2 実施形態では、同一運転領域であっても使用燃料に応じて実圧縮比を変更する構成としたが、使用燃料に関わらず実圧縮比を一定にしてもよい。

[0077] 上記実施形態では、過給機を備えるシステムに本開示を適用したが、過給機を備えないシステムに本開示を適用してもよい。この場合にも、気体燃料の使用時に排気再循環の実施を制限することにより、気体燃料の使用時において EGR ガス導入による燃焼不安定化を抑制するといった効果を得ることができるからである。

[0078] 上記実施形態では、多気筒エンジンの気筒ごとに第 1 噴射弁 21 及び第 2

噴射弁 2 2 をそれぞれ複数ずつ設ける構成としたが、複数の気筒の共通部分に第 1 噴射弁 2 1 及び第 2 噴射弁 2 2 のうちの少なくともいずれかを設ける構成としてもよい。例えば、吸気系統 1 1 の集合部分に対して気体燃料や液体燃料を噴射する構成としてもよい。

[0079] 上記実施形態では気体燃料を C N G 燃料としたが、標準状態で気体のその他のガス燃料を用いることもでき、例えばメタン、エタン、プロパン、ブタン、水素、ジメチルエーテルなどを主成分とする燃料を用いる構成としてもよい。また、液体燃料についてもガソリン燃料に限定しない。例えば、液体燃料としての軽油を燃焼用の燃料とするディーゼルエンジンに、気体燃料の燃料噴射システムを搭載した構成に本開示を適用してもよい。

請求の範囲

- [請求項1] 気体燃料を噴射する第1噴射手段（21）と、液体燃料を噴射する第2噴射手段（22）と、内燃機関（10）の気筒（24）内から排气通路に排出される排气の一部を前記気筒内に再循環させるEGR装置（28、29、30）とを備える内燃機関システムに適用され、前記内燃機関の運転状態に基づいて前記EGR装置による前記排气の再循環を実施する内燃機関の制御装置であって、
- 前記内燃機関の運転時において使用燃料が前記気体燃料であるか否かを判定する燃料判定手段と、
- 前記燃料判定手段により使用燃料が前記気体燃料であると判定された場合に、前記液体燃料を用いての前記内燃機関の運転時に比べて、前記EGR装置による前記排气の再循環の実施を制限するEGR制限手段と、
- を備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。
- [請求項2] 前記EGR制限手段は、前記EGR装置による排气の再循環の実施を禁止することにより前記排气の再循環の実施を制限する請求項1に記載の内燃機関の制御装置。
- [請求項3] 前記EGR制限手段は、前記EGR装置による前記排气の再循環を実施する前記内燃機関の運転領域を制限することにより前記排气の再循環の実施を制限する請求項1に記載の内燃機関の制御装置。
- [請求項4] 使用燃料を前記気体燃料及び前記液体燃料のうちの一方の燃料から他方の燃料に切り替える切替要求があったか否かを判定する要求判定手段と、
- 前記要求判定手段により前記切替要求があったと判定された場合に、前記一方の燃料の噴射量を徐々に減量しつつ前記他方の燃料の噴射量を徐々に増量することにより使用燃料の切り替えを実施する噴射制御手段と、を備え、
- 前記噴射制御手段により使用燃料の切り替えを実施する場合に、そ

の燃料切替の開始から完了するまでの期間において、前記一方の燃料と前記他方の燃料との使用比率に応じて、前記E G R装置により再循環させる前記排気の量を可変制御する請求項1乃至3のいずれか一項に記載の内燃機関の制御装置。

[請求項5] 前記気筒内に導入される空気量を調整する機関バルブとして吸気弁（25）及び排気弁（26）を備え、

前記E G R装置は、前記機関バルブのバルブ特性を調節することにより前記排気の一部を前記気筒内に再循環させる内部E G R装置（28, 29）であり、

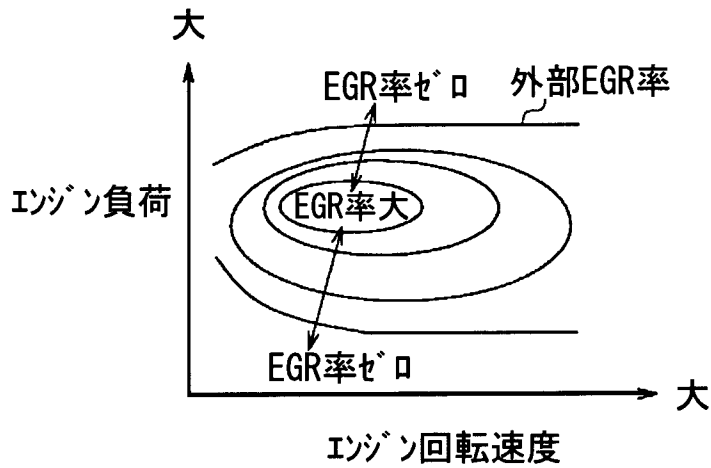
前記E G R制限手段は、前記吸気弁と前記排気弁とのバルブオーバーラップ量を変更することにより前記排気の再循環の実施を制限する請求項1乃至4のいずれか一項に記載の内燃機関の制御装置。

[請求項6] 前記気体燃料を用いての前記内燃機関の運転時において、前記吸気弁の閉弁時期を、前記液体燃料を用いての前記内燃機関の運転時よりも前記内燃機関の圧縮下死点に近付けて前記内燃機関の実圧縮比を増大させる圧縮比増大手段を備える請求項5に記載の内燃機関の制御装置。

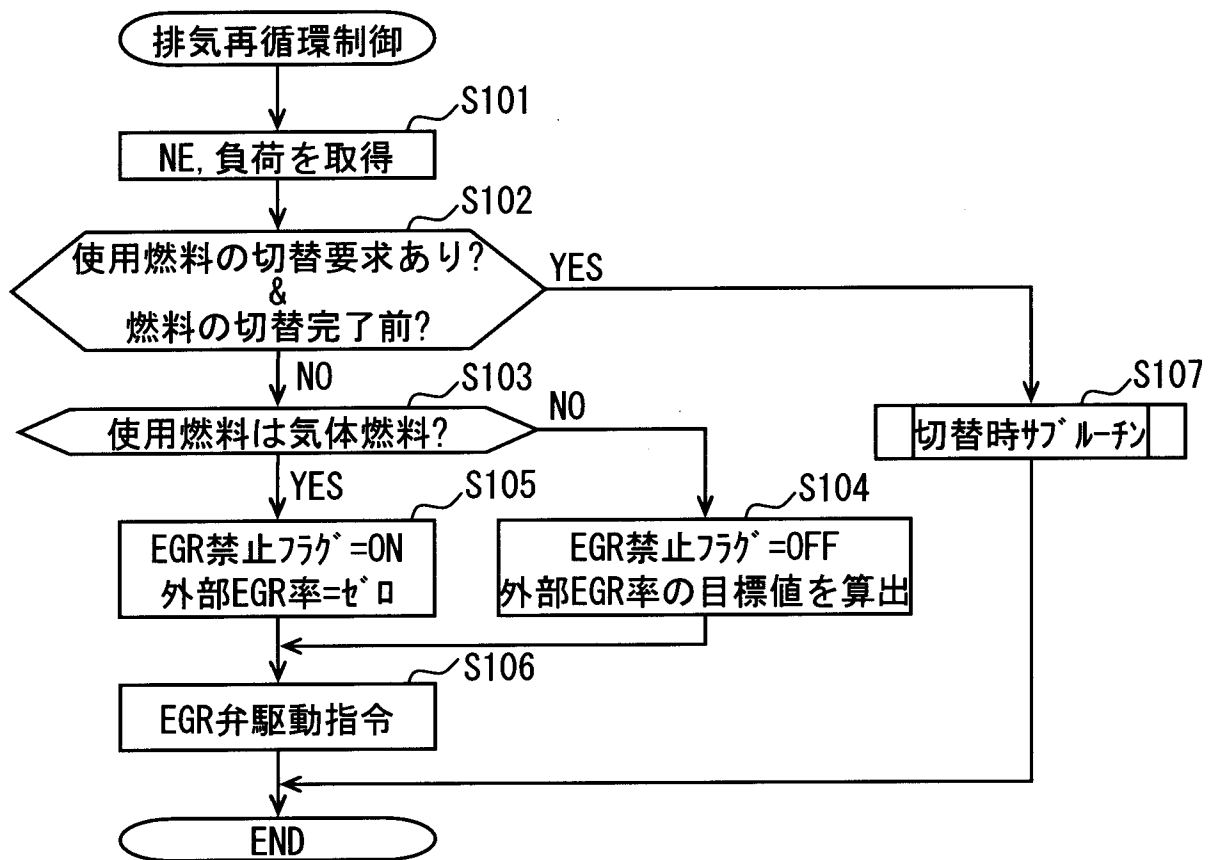
[請求項7] 前記E G R装置は、前記排気通路と前記内燃機関の吸気系統（11）とを接続するE G R通路と、同E G R通路に配置され前記吸気系統に再循環させる前記排気の量を調整するE G R弁（32）とを備える外部E G R装置（30）であり、

前記E G R制限手段は、前記E G R弁の開度を変更することにより前記排気の再循環の実施を制限する請求項1乃至4のいずれか一項に記載の内燃機関の制御装置。

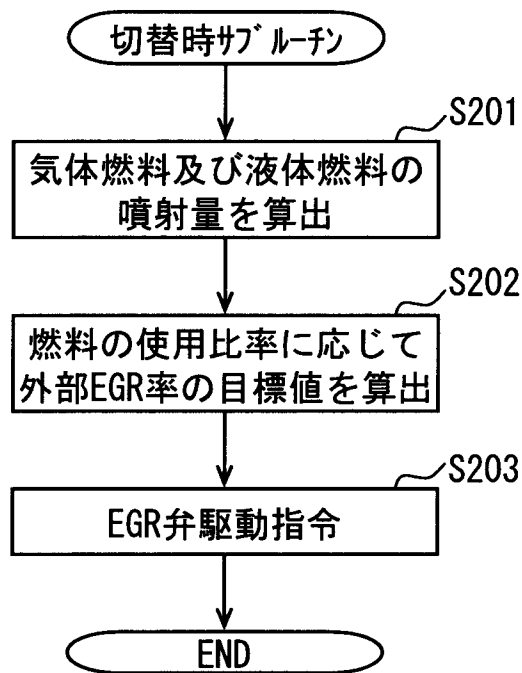
[図2]



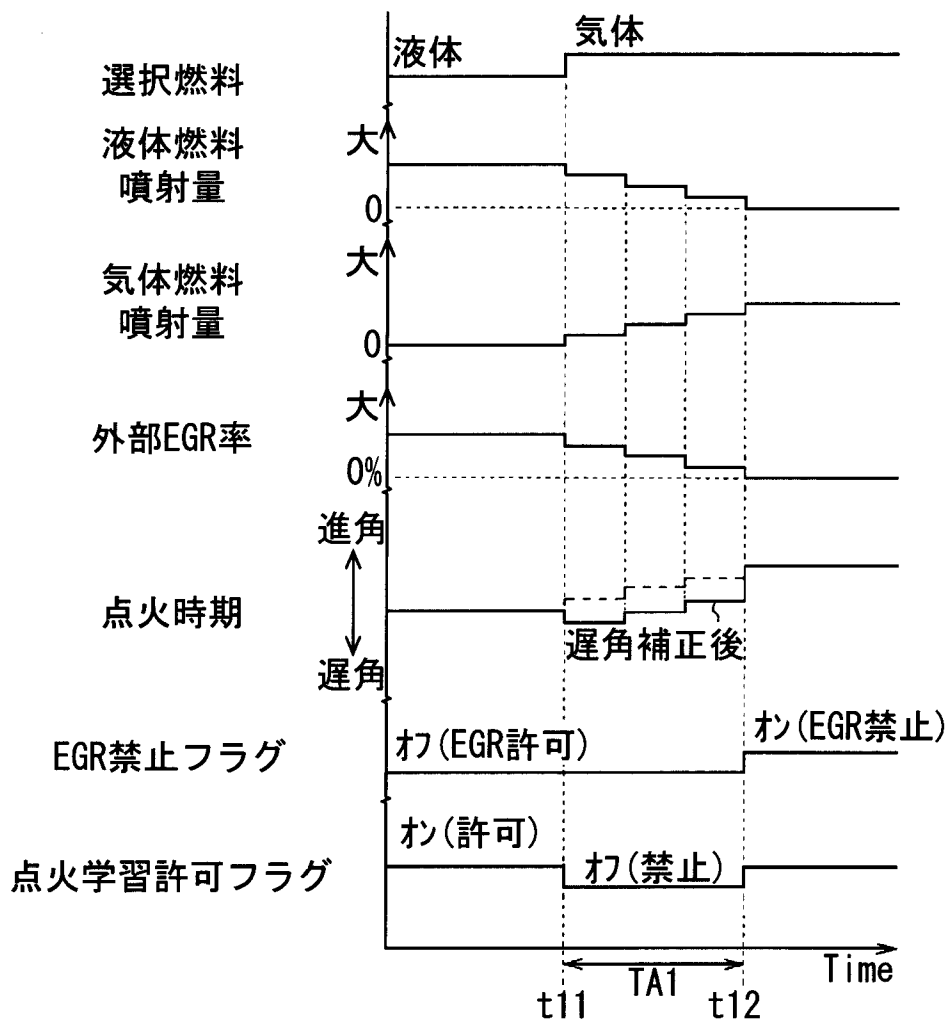
[図3]



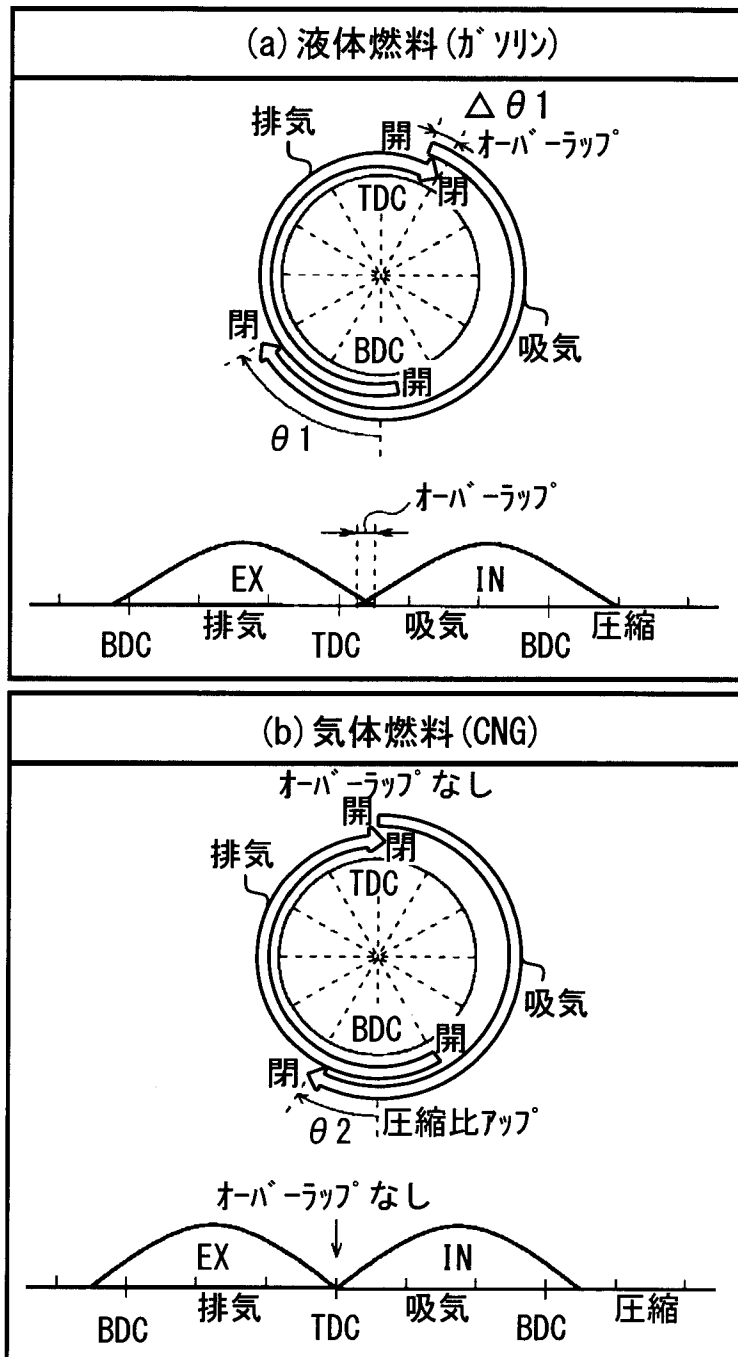
[図4]



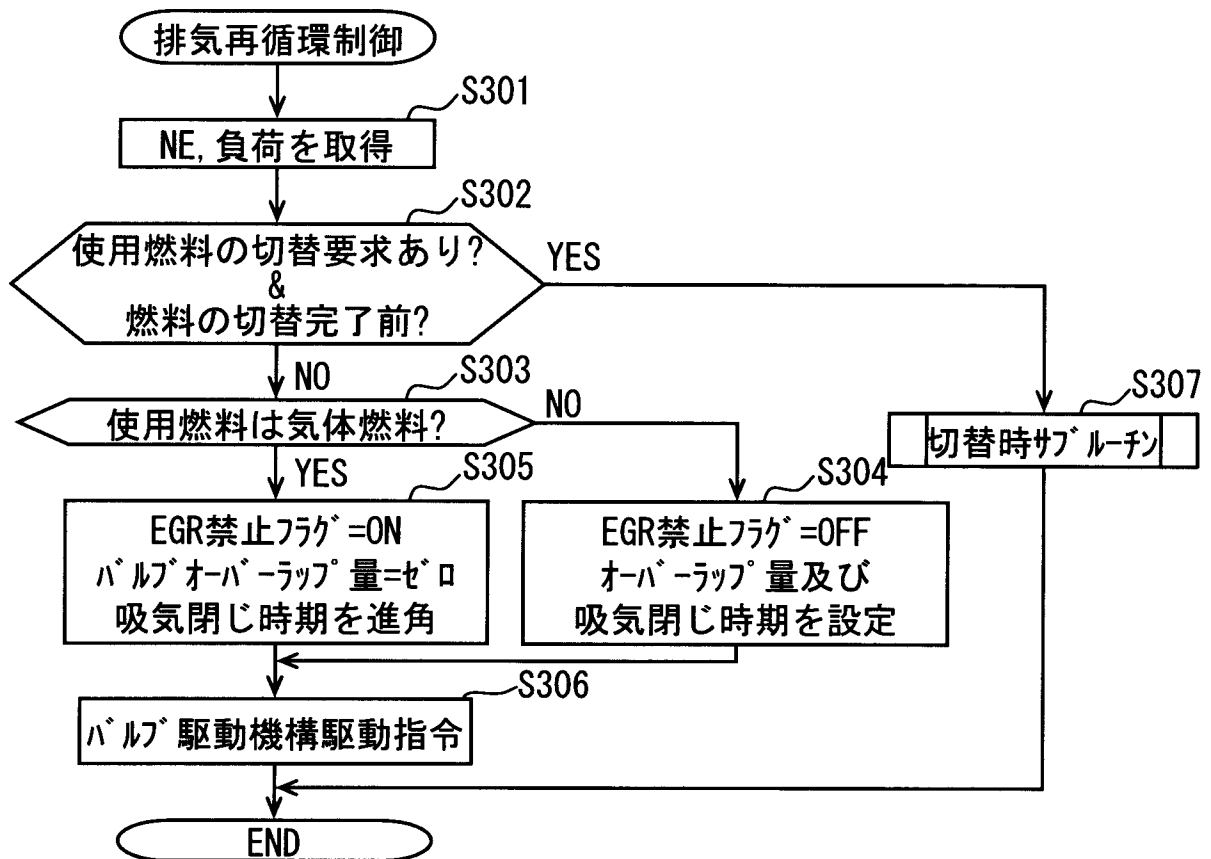
[図5]



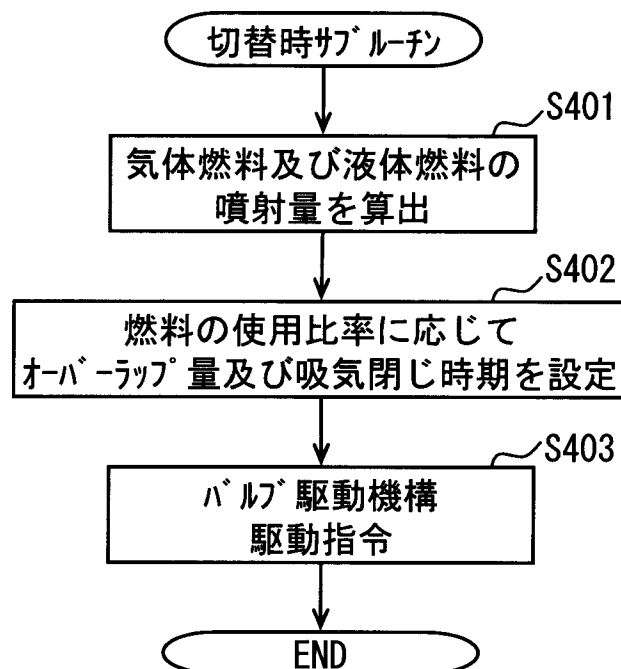
[図6]



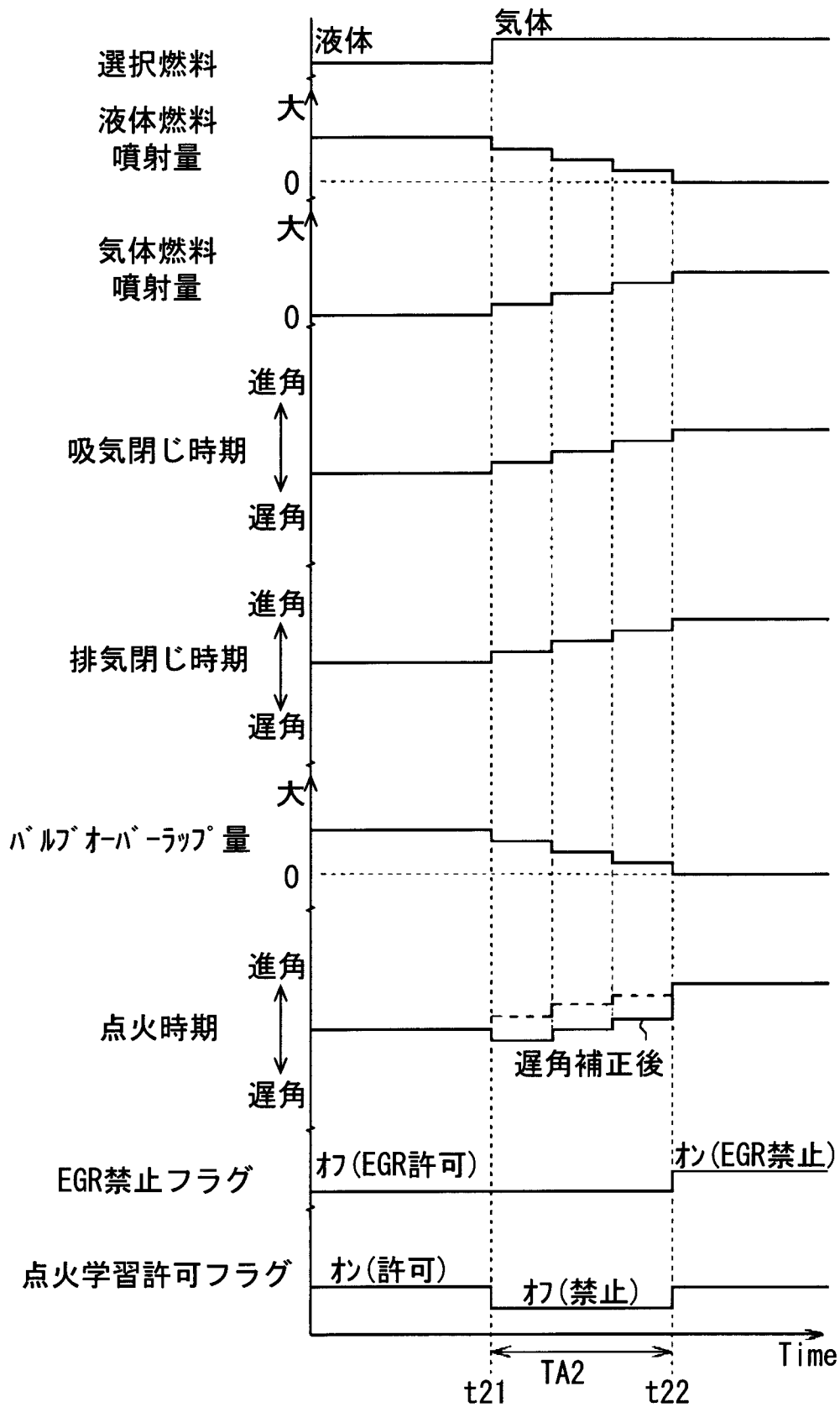
[図7]



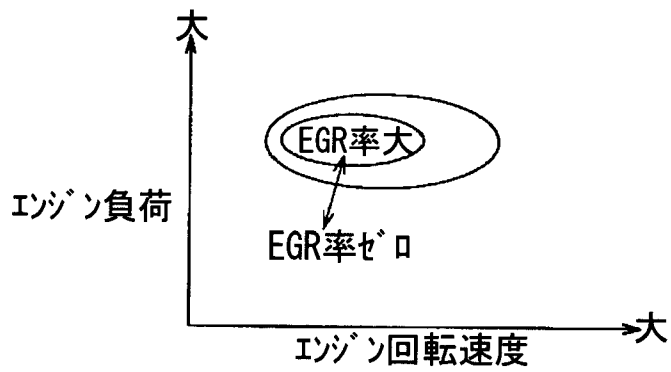
[図8]



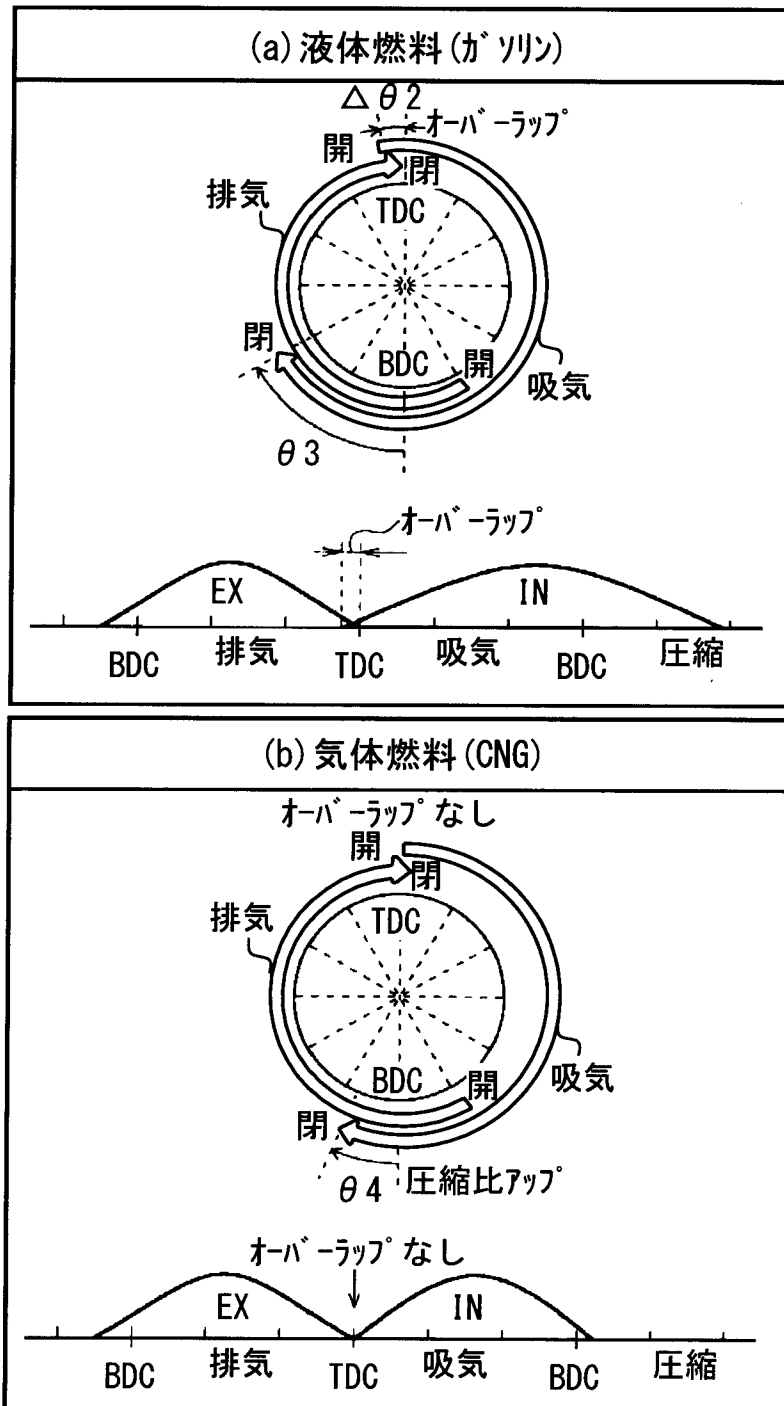
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/000124

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D21/08(2006.01)i, F02D13/02(2006.01)i, F02D15/00(2006.01)i, F02D19/06(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)

F02D21/08, F02D13/02, F02D15/00, F02D19/06

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
X Y	JP 2010-196667 A (Honda Motor Co., Ltd.), 09 September 2010 (09.09.2010), claims; paragraph [0047] (Family: none)	1-4, 7 5-6
Y	JP 2007-187093 A (Toyota Industries Corp.), 26 July 2007 (26.07.2007), paragraphs [0014] to [0019], [0029] to [0032] (Family: none)	5-6
Y	JP 2011-122529 A (Mazda Motor Corp.), 23 June 2011 (23.06.2011), paragraphs [0007] to [0015] (Family: none)	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
15 April, 2014 (15.04.14)

Date of mailing of the international search report
22 April, 2014 (22.04.14)

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. F02D21/08(2006.01)i, F02D13/02(2006.01)i, F02D15/00(2006.01)i, F02D19/06(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. F02D21/08, F02D13/02, F02D15/00, F02D19/06

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
X Y	JP 2010-196667 A（本田技研工業株式会社）2010.09.09, 【特許請求の範囲】, 【0 0 4 7】（ファミリーなし）	1 - 4, 7 5 - 6
Y	JP 2007-187093 A（株式会社豊田自動織機）2007.07.26, 【0 0 1 4】 - 【0 0 1 9】, 【0 0 2 9】 - 【0 0 3 2】（ファミリーなし）	5 - 6
Y	JP 2011-122529 A（マツダ株式会社）2011.06.23, 【0 0 0 7】 - 【0 0 1 5】（ファミリーなし）	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

「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

1 5 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 2 . 0 4 . 2 0 1 4

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

藤村 泰智

3 Z

9 2 4 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 9 5