

(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11月19日(19.11.2015)

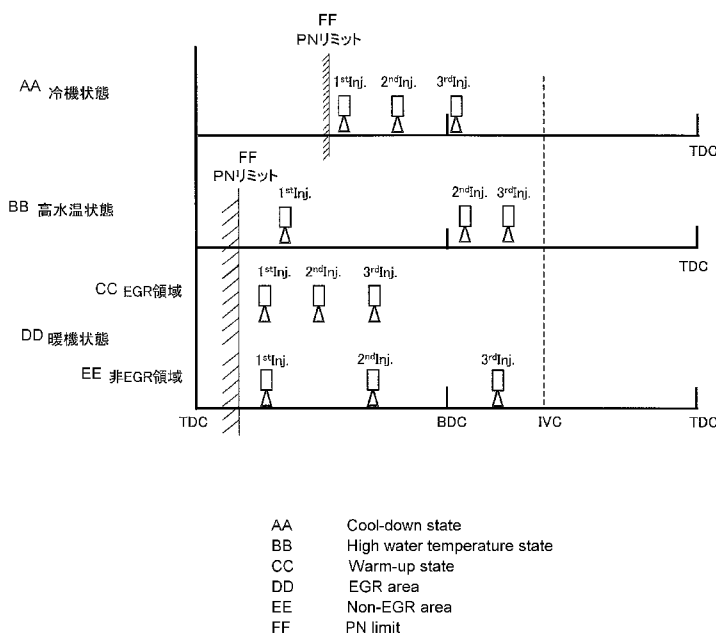


(10) 国際公開番号
WO 2015/173937 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 41/34 (2006.01) F01P 3/02 (2006.01)
F02D 41/22 (2006.01) F01P 7/16 (2006.01)
F02D 45/00 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/063002
 - (22) 国際出願日: 2014年5月15日(15.05.2014)
 - (25) 国際出願の言語: 日本語
 - (26) 国際公開の言語: 日本語
 - (71) 出願人: 日産自動車株式会社 (NISSAN MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2210023 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 Kanagawa (JP).
 - (72) 発明者: 今岡 佳宏 (IMAOKA, Yoshihiro); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP).
井上 尊雄 (INOUE, Takao); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP).
 - (74) 代理人: 後藤 政喜, 外 (GOTO, Masaki et al.); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目3番1号 尚友会館 後藤特許事務所 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, JP, 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).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: FUEL INJECTION CONTROL DEVICE AND FUEL INJECTION CONTROL METHOD FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 内燃機関の燃料噴射制御装置及び燃料噴射制御方法



(57) Abstract: A fuel injection control device includes a head-side cooling channel that cools a cylinder head and a block-side cooling channel that cools a cylinder block, and controls fuel injection of a spark-ignited internal combustion engine for direct injection into a cylinder, which is provided with a cooling device capable of independently controlling the circulation of a coolant in the head-side cooling channel and the circulation of a coolant in the block-side cooling channel. The fuel injection control device is provided with a fuel injection timing setting means for setting a fuel injection timing for cooling the inside of the cylinder, as an intake air valve closing timing, during an occurrence of a reduction in gas temperature inside the cylinder due to evaporative latent heat of the injected fuel, while circulating the coolant into the head-side cooling channel with the circulation of the coolant in the block-side cooling channel stopped, and the fuel injection control device injects the fuel on the basis of the fuel injection timing for cooling the inside of the cylinder.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/173937 A1

燃料噴射制御装置は、シリンダヘッドを冷却するヘッド側冷却通路と、シリンダブロックを冷却するブロック側冷却通路と、を含み、ヘッド側冷却通路の冷却液の循環とブロック側冷却通路の冷却液の循環とを独立して制御し得る冷却装置を備える火花点火式の筒内直噴内燃機関の燃料噴射を制御する。そして、燃料噴射制御装置は、ヘッド側冷却通路に冷却液を循環させ、ブロック側冷却通路の冷却液の循環を停止した状態で、噴射した燃料の蒸発潜熱による筒内ガス温度低下が生じている間に吸気弁閉弁タイミングとなる筒内冷却用燃料噴射タイミングを設定する燃料噴射タイミング設定手段を備え、筒内冷却用燃料噴射タイミングに基づいて燃料噴射を実行する。

明 細 書

発明の名称： 内燃機関の燃料噴射制御装置及び燃料噴射制御方法
技術分野

[0001] 本発明は、内燃機関の燃料噴射制御装置及び燃料噴射制御方法に関する。

背景技術

[0002] 内燃機関の熱効率を向上させて燃費性能の改善を図る方策として、圧縮比を高めることが有効である。しかし、ガソリンを燃料とする内燃機関では、圧縮比が高くなるほどノッキングが発生し易くなるため、ノッキングを抑制するための対策が必要となる。例えば、ノッキングを抑制する方法として、点火時期を遅角させることが知られているが、点火時期を遅角するほどトルクが低下してしまう。つまり、点火時期を遅角することで、高圧縮比化によって得られるはずのトルクが得られなくなる。

[0003] そこで、JP2012-102654Aでは、高圧縮比化しつつノッキングを抑制するために、燃料を多段噴射する内燃機関において、ノッキングが発生し易い低回転領域では多段噴射の最後の噴射を圧縮行程で行うようにしている。この制御では、圧縮行程で噴射した燃料の蒸発潜熱によって、筒内のガス温度を低下させることを目的としている。

発明の概要

[0004] ところで、圧縮行程は吸気バルブ及び排気バルブが閉じた状態での圧縮であり、断熱圧縮行程とみなすことができる。このような断熱圧縮行程の途中で燃料を噴射すると、蒸発潜熱による筒内ガス温度の低下は生じるものの、ノッキングが発生し易い上死点付近における筒内ガス温度を低下させる効果は小さい。すなわち、上記文献の制御は、ノッキング抑制のための制御としては改善の余地がある。

[0005] そこで、本発明では、より確実にノッキングを抑制し得る燃料噴射の制御を行うことを目的とする。

図面の簡単な説明

- [0006] [図1]図 1 は、冷却システムの一例を示す構成図である。
- [図2]図 2 は、燃料噴射制御パターンの一例を示す図である。
- [図3]図 3 は、圧縮行程における筒内ガス温度の変化を示す図である。
- [図4]図 4 は、蒸発潜熱と筒内ガス温度との関係を示すタイミングチャートである。
- [図5]図 5 は、燃料噴射制御パターンの他の例を示す図である。
- [図6]図 6 は、燃料噴射制御パターンのさらに他の例を示す図である。
- [図7]図 7 は、四段噴射の燃料噴射パルスを示す図である。
- [図8]図 8 は、燃料噴射制御の制御ルーチンを示すフローチャートである。
- [図9]図 9 は、燃料噴射タイミングマップの切り換えを説明するための図である。
- [図10]図 10 は、燃料噴射タイミングマップの一例を示す図である。

発明を実施するための形態

- [0007] 以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。
- [0008] 図 1 は、本実施形態を適用する冷却システムの一例を示す構成図である。本冷却システムは、火花点火式の筒内直噴内燃機関（以下、単に「内燃機関」ともいう）1により駆動されるウォータポンプ5を用いて冷却水を循環させて、内燃機関1を冷却するものである。なお、ウォータポンプ5を、電動モータにより駆動される電動ポンプとしてもよい。
- [0009] 内燃機関1の内部の冷却水通路は、シリンダヘッド2に設けたヘッド側冷却通路21と、シリンダブロック3に設けたブロック側冷却通路22と、の2系統に分岐している。ヘッド側冷却通路21のシリンダヘッド出口側には第1コントロールバルブ13が、ブロック側冷却通路22のシリンダブロック出口側には第2コントロールバルブ14が、それぞれ配置されている。
- [0010] また、ヘッド側冷却通路21のシリンダヘッド出口と第1コントロールバルブ13との間には、ヘッド側冷却通路21の水温（以下、「ヘッド側水温」ともいう）を検出するヘッド側水温センサ12Aが配置されている。ブロック側冷却通路22のシリンダブロック出口と第2コントロールバルブ14

との間には、ブロック側冷却通路 22 の水温（以下「ブロック側水温」ともいう）を検出するブロック側水温センサ 12B が配置されている。ヘッド側水温センサ 12A 及びブロック側水温センサ 12B の検出信号は、後述するコントローラ 100 に読み込まれる。

[0011] 第 1 コントロールバルブ 13 には、ヒータコア 10 へ繋がるヒータ通路 25、第 2 コントロールバルブ 14 へ繋がる連結通路 28、及びラジエータ 6 へ繋がるラジエータ通路 23 が接続されており、これらのいずれかの通路を選択してヘッド側冷却通路 21 と連通させることができる。また、第 1 コントロールバルブ 13 は、閉弁することによって、ヘッド側冷却通路 21 の冷却水の流れを制限することもできる。

[0012] 一方、第 2 コントロールバルブ 14 には、オイルクーラ 15 及びオイルウォーマ 16 へ繋がるエンジン側リターン通路 24 及び連結通路 28 が接続されており、これらのいずれかの通路を選択してブロック側冷却通路 22 と連通させることができる。また、第 2 コントロールバルブ 14 は、閉弁することによって、ブロック側冷却通路 22 の冷却水の流れを制限することもできる。

[0013] 第 1 コントロールバルブ 13 及び第 2 コントロールバルブ 14 は、いずれも後述するコントローラ 100 により制御される。なお、システムの簡略化のため、第 2 コントロールバルブ 14 をサーモスタット弁としてもよい。

[0014] ヒータ通路 25 は、ヒータコア 10 へ冷却水を供給するための通路である。ヒータコア 10 には、ヒータコア 10 で空気と熱交換した冷却水をウォータポンプ 5 へ戻すヒータ側リターン通路 27 が接続されている。ヒータ側リターン通路 27 には、EGR ガスを冷却するための EGR クーラ 9 が介装されている。

[0015] エンジン側リターン通路 24 は、第 2 コントロールバルブ 14 とウォータポンプ 5 とを連通する通路であって、一部が分岐している。分岐した一方には、内燃機関 1 の潤滑油を冷却するためのオイルクーラ 15 が、他方には自動変速機 4 の作動油を温めるためのオイルウォーマ 16 が、それぞれ介装さ

れている。

- [0016] ラジエータ通路23は、第1コントロールバルブ13とウォータポンプ5とを連通する通路であり、途中にラジエータ6が介装されている。
- [0017] また、ヘッド側冷却通路21からは、スロットルチャンバ7およびEGRバルブ8を経由してヒータ側リターン通路27へ合流するスロットル側通路26が分岐している。
- [0018] シリンダヘッド2には、シリンダヘッド内に設けたオイルジャケット内の潤滑油温度を検出する油温センサ11が設けられている。油温センサ11の検出信号は、コントローラ100に読み込まれる。
- [0019] コントローラ100は、中央演算装置(CPU)、読み出し専用メモリ(ROM)、ランダムアクセスメモリ(RAM)及び入出力インタフェース(I/Oインタフェース)を備えたマイクロコンピュータで構成される。コントローラ100を複数のマイクロコンピュータで構成することも可能である。
- [0020] コントローラ100は、油温センサ11、ヘッド側水温センサ12A、及びブロック側水温センサ12Bの検出信号の他、運転者のアクセルペダル開度を検出するアクセルペダル開度センサ17及び内燃機関1の回転速度を検出するクランク角度センサ18の検出信号も読み込む。そして、これらの検出信号に基づいて、スロットルチャンバ7およびEGRバルブ8の開度制御、内燃機関1の燃料噴射制御、点火時期制御、第1コントロールバルブ13及び第2コントロールバルブ14の制御等を実行する。また、コントローラ100は、ヘッド側水温に基づいてシリンダヘッド2の壁温(以下、「ヘッド側壁温」ともいう)を、ブロック側水温に基づいてシリンダブロック3の壁温(以下「ブロック側壁温」ともいう)を、それぞれ推定する。例えば、内燃機関1における冷却水温と壁温との関係を予め調べてマップ化しておき、検出した冷却水温でマップ検索する。
- [0021] 上記の冷却システムでは、内燃機関1が冷機状態であれば、コントローラ100は第1コントロールバルブ13及び第2コントロールバルブ14を閉

弁して、ヘッド側冷却通路 2 1 及びブロック側冷却通路 2 2 の冷却水の流れを制限する。これにより、冷却水の昇温が促進される。

[0022] 一方、内燃機関 1 が暖機状態であれば、コントローラ 1 0 0 は、第 1 コントロールバルブ 1 3 及び第 2 コントロールバルブ 1 4 を開弁する。このとき、コントローラ 1 0 0 は、ヘッド側水温及びブロック側水温に応じて、冷却水をラジエータ通路 2 3 へ流すか、エンジン側リターン通路 2 4 へ流すか、を決定し、第 1 コントロールバルブ 1 3 及び第 2 コントロールバルブ 1 4 を制御する。

[0023] なお、本実施形態では、ヘッド側壁温及びブロック側壁温の閾値を 8 0 °C、ヘッド側水温及びブロック側水温の閾値を 8 0 °C、油温の閾値を 8 0 °C とし、上記各温度のいずれもが閾値以上であれば暖機状態とし、そうでない場合は冷機状態とする。そして、冷機状態のうち、ヘッド側壁温及びヘッド側水温が 8 0 °C 以上かつ油温が 8 0 °C より低い状態を、高水温状態とする。

[0024] また、コントローラ 1 0 0 は、燃料噴射タイミング設定手段として、内燃機関 1 の状態に応じて燃料噴射の態様を変化させる。

[0025] 図 2 は、三段噴射の場合の、内燃機関 1 の状態に応じた燃料噴射制御の態様を示す図である。以下の説明における「燃料噴射タイミング」とは、燃料噴射を開始するタイミングのことをいう。

[0026] 高水温状態を除く冷機状態（以下、単に冷機状態ともいう）では、微粒子の排出量（PN: Particulate Number）の低減するため、ピストンやシリンダ壁への燃料の付着が少なくなるように、燃料噴射の進角側限界（PNリミット）が他の状態に比べて遅角側となる。また、三段噴射の各噴射は、燃料によるオイル希釈を抑制することを優先した燃料噴射タイミングとなっている。なお、冷機状態では、コントローラ 1 0 0 がヘッド側冷却通路 2 1 及びブロック側冷却通路 2 2 の冷却水の循環を遮断する。これにより、ヘッド側壁温及びブロック側壁温の昇温が促進される。また、ヘッド側冷却通路 2 1 及びブロック側冷却通路 2 2 内の冷却水も、昇温が促進される。

- [0027] 一方、暖機状態では、EGR制御を実行するか否かで燃料噴射の様相が異なる。EGR制御を実行する場合は、EGR制御によってノッキングが発生し難くなっているため、筒内ガスのミキシング時間をより長く取るために、下死点より進角側で三回の燃料噴射が終了する燃料噴射タイミングとなっている。また、EGR制御を実行しない場合は、ミキシング時間の確保と筒内ガス温度の低下とを両立するため、二回目と三回目の燃料噴射タイミングがEGR制御を実行する場合に比べて遅角側となっている。特に、三回目の燃料噴射タイミングは、下死点から吸気バルブ閉タイミングの間に設定されている。
- [0028] 上述した冷機状態及び暖機状態の燃料噴射の様相は公知なので、詳細な説明は省略する。
- [0029] 本実施形態は、以下に説明する高水温状態の燃料噴射制御に特徴がある。
- [0030] 高水温状態は、ヘッド側壁温及びブロック側壁温は暖機状態の温度まで上昇しているにもかかわらず、油温は暖機状態の温度まで上昇していない状態である。油温が低いほど各部のフリクションが大きくなって燃費性能が低下するので、高水温状態では、油温の上昇を促進することが望まれる。冷却水を循環させると、ヘッド側壁温及びブロック側壁温が低下して油温の上昇が妨げられるので、高水温状態ではコントローラ100は少なくともブロック側冷却通路22の冷却水の循環を停止する。
- [0031] しかしながら、冷却水の循環を停止したままでは、ヘッド側壁温が上昇し続けてノッキングが発生し易くなってしまふ。
- [0032] そこで、コントローラ100はノッキングを防止するために、例えば、図2に示すように、三段噴射の二回目の燃料噴射と三回目の燃料噴射とを、下死点から吸気バルブ閉タイミングの間に行う。
- [0033] 燃料を噴射すると、燃料の蒸発潜熱により筒内ガス温度が低下する。ただし、筒内ガス温度が低下してからの経過時間が長くなるほど、筒内ガスとシリンダヘッド及びシリンダブロックとの熱交換が進んで、筒内ガス温度の低下率が小さくなってしまふ。そこで、燃料の蒸発潜熱による筒内ガス温度の

低下を有効に活用する為に、上記のように二回目の燃料噴射と三回目の燃料噴射を吸気弁閉タイミングに近づける。

[0034] より具体的には、三回目に噴射した燃料の蒸発潜熱による筒内ガス温度の低下が生じている間に吸気バルブ閉タイミングとなるように、三回目の燃料噴射タイミングを設定する。これは、次に説明するように、吸気バルブ閉タイミングにおける筒内ガス温度の低下代が、圧縮上死点において増幅されるからである。なお、上記の燃料噴射タイミングを、筒内冷却用燃料噴射タイミングという。

[0035] 図3は、圧縮行程における筒内ガス温度の変化を示す図であり、吸気バルブ閉タイミング（図中のIVC）付近及び圧縮上死点（図中のTDC）付近については、拡大図を付した。なお、本実施形態でいう「圧縮行程」とは、吸気バルブ閉タイミングから排気バルブ開タイミングまでをいう。

[0036] 内燃機関1の圧縮行程を断熱圧縮行程とみなすと、式(1)の関係が成立する。

$$[0037] \quad T \cdot V^{(k-1)} = \text{一定} \quad \dots (1)$$

ただし、Tは筒内ガス温度、Vは燃焼室容積、kは比熱比である。

[0038] そして、吸気バルブ閉タイミングにおける筒内ガス温度 T_{ivc} 、圧縮上死点における筒内ガス温度 T_{tdc} 、吸気バルブ閉タイミングにおける燃焼室容積 V_{ivc} 、圧縮上死点における燃焼室容積 V_{tdc} を用いると、式(2)が成立する。

$$[0039] \quad T_{tdc} \cdot V_{tdc}^{(k-1)} = T_{ivc} \cdot V_{ivc}^{(k-1)} \quad \dots (2)$$

[0040] 式(2)を変形することによって、式(3)が得られる。

$$[0041] \quad T_{tdc} = T_{ivc} \times \varepsilon^{(k-1)} \quad \dots (3)$$

ただし、 ε は圧縮比である。

[0042] 式(3)において、比熱比を1.3、圧縮比を1.3とすると、式(4)のようになる。

$$[0043] \quad T_{tdc} \cong 2 \times T_{ivc} \quad \dots (4)$$

- [0044] つまり、内燃機関 1 の圧縮比が 1.3 の場合には、圧縮上死点における筒内ガス温度は吸気バルブ閉タイミングにおける筒内ガス温度の約 2 倍になる。そして、吸気バルブ閉タイミングにおける温度差は、圧縮上死点では 2 倍に増幅される。すなわち、吸気バルブ閉タイミングにおいて筒内ガス温度を低下させると、圧縮上死点での温度低下量はその 2 倍になる。
- [0045] そこで、本実施形態では、吸気バルブ閉タイミングにおける筒内ガス温度がより低下するような燃料噴射制御を行う。
- [0046] 図 4 は、燃料の蒸発潜熱により筒内ガス温度が低下する場合の、タイミングチャートの一例である。なお、図中の「壁」とは、ヘッド側壁面及びブロック側壁面のことをいう。また、「蒸発量」、「壁からの熱伝達量」、及び「潜熱による温度変化量」は、各タイミングにおける量である。したがって、各チャートと横軸とで囲まれた面積が、筒内ガス温度に影響を与える量に相当する。
- [0047] タイミング T 1 で燃料噴射を開始すると、噴射された燃料は時間遅れをもってタイミング T 2 から蒸発し始める。蒸発開始後は、筒内の燃料量の増加及び燃料の拡散の進行に伴って、蒸発量が徐々に増加する。その後、未蒸発の燃料量の減少及び燃料噴射の停止に伴って、蒸発量は減少する。
- [0048] 蒸発潜熱による温度変化量は、上記の蒸発量の挙動と同様の挙動を示す。ただし、温度変化の方向は、筒内ガス温度を低下させる方向となる。これにより、筒内ガス温度は低下し始める。ただし、蒸発開始から筒内ガス温度が低下し始めるまでには、遅れが生じる。
- [0049] また、筒内ガス温度には、壁から伝達される熱量も影響を及ぼす。そして、壁からの熱伝達量は、筒内ガス温度と壁の温度との差が大きくなるほど大きくなる。つまり、蒸発潜熱により筒内ガス温度が低下すると、遅れ時間をもって壁からの熱伝達量が増加する。
- [0050] したがって、蒸発潜熱によって低下した筒内ガス温度は、その後、壁からの熱伝達によって上昇に転じる。
- [0051] そこで本実施形態では、筒内ガス温度が上昇に転じる直前のタイミング T

3と吸気バルブ閉タイミングとが一致するように、コントローラ100が図2の三回目の燃料噴射の開始タイミングを設定する。つまり、三段噴射の二回目の燃料噴射と三回目の燃料噴射とを、吸気バルブ閉タイミングに近づけ、特に、三回目の燃料噴射タイミングについては、上述したように設定する。二回目の燃料噴射と三回目の燃料噴射との間隔を近づければ、二回目の燃料噴射で筒内ガス温度が低下している状態で三回目の燃料噴射を行うことになるので、吸気バルブ閉タイミングにおける筒内ガス温度を効果的に低下させることができる。

[0052] ところで、吸気バルブ閉タイミングにおける筒内ガス温度を低下させる燃料噴射の態様は、上述したものに限られない。

[0053] 例えば、図5に示すように単段噴射の場合には、単段噴射の燃料噴射タイミングを上述したタイミングに設定する。単段噴射の場合、燃料が蒸発する期間が長くなることで壁からの熱伝達量が増大するものの、一回当たりの燃料噴射量が多段噴射よりも多くなることで、蒸発潜熱による筒内ガス温度の低下代が大きくなる。なお、冷機状態及び暖機状態では多段噴射を行う場合に、高水温状態では単段噴射に切り換えるようにしてもよい。

[0054] また、図6に示すように、多段噴射の重心（以下、単に「噴射重心」ともいう）が吸気バルブ閉タイミングとなるように設定してもよい。ここで、噴射重心について、図7を参照して説明する。

[0055] 図7は、四段噴射の燃料噴射パルスを示す図である。|T1-|T4は各燃料噴射の開始タイミングであり、 $T_{inj1} - T_{inj4}$ は各燃料噴射の燃料噴射期間（噴射パルス幅）である。また、|T1mid-|T4midは、各燃料噴射期間の中間点である。このとき、噴射重心|Tcは、式(5)で表すことができる。

[0056] [数1]

$$ITc = \frac{T_{inj1} \times IT1_{mid} + T_{inj2} \times IT2_{mid} + T_{inj3} \times IT3_{mid} + T_{inj4} \times IT4_{mid}}{T_{injtotal}} \dots (5)$$

ただし、 $T_{injtotal}$ は各噴射パルス幅の合計値である。

- [0057] なお、二段噴射や三段噴射のように噴射回数が異なる場合も、燃料噴射開始タイミング T_{inj} 、噴射パルス幅 T_{inj} 、燃料噴射期間の中間点 T_{mid} を用いて同様に算出する。
- [0058] 噴射重心 T_c と吸気バルブ閉タイミングとが一致するように燃料噴射タイミングを設定する場合には、吸気バルブ閉タイミングより前の燃料噴射量が少なくなる分、図2や図5の場合に比べて吸気バルブ閉タイミングにおける筒内ガス温度を低下させる効果は小さくなる。ただし、圧縮行程で噴射された燃料の蒸発潜熱により、筒内ガス温度が低下する。
- [0059] 次に、上述した高水温状態における燃料噴射制御の制御ルーチンについて説明する。
- [0060] 図8は、コントローラ100が実行する、燃料噴射制御の制御ルーチンを示すフローチャートである。
- [0061] ステップS10で、コントローラ100は、運転状態を読み込む。具体的には、エンジン回転速度としてクランク角度センサ18の検出信号を、負荷としてアクセルペダル開度センサ17の検出信号を、それぞれ読み込む。
- [0062] ステップS20で、コントローラ100は高水温状態であるか否かを判定する。当該判定は、上述した閾値に基づいて行う。高水温状態である場合はステップS30の処理を実行し、高水温状態でない場合はステップS70の処理を実行する。ステップS70では、コントローラ100は通常の燃料噴射制御、つまり冷機状態であれば冷機状態用、暖機状態であれば暖機状態用の、燃料噴射制御を実行する。
- [0063] ステップS30で、コントローラ100は燃料噴射量を演算する。燃料噴射量の演算には、公知の演算方法を用いる。すなわち、エンジン回転速度と負荷とパラメータとする燃料噴射量マップを予め作成しておき、ステップS10で読み込んだエンジン回転速度と負荷とでマップを検索する。
- [0064] ステップS40で、コントローラ100は可変動弁機構VTCの変換角を演算する。可変動弁機構VTCは、吸気バルブの開閉タイミングを可変に制御し得る機構である。本実施形態で用いる可変動弁機構VTCは、公知のも

のと同様なので、可変動弁機構 V T C の構成についての説明は省略する。

[0065] コントローラ 100 は、運転状態としての負荷及びエンジン回転速度をパラメータとする変換角マップを予め作成しておき、読み込んだ運転状態を用いてマップを検索する。なお、可変動弁機構 V T C を備えない場合は、本ステップを省略する。

[0066] ステップ S50 で、コントローラ 100 は、燃料噴射タイミングを、上述したような高水温状態に応じたタイミングに切り換える。例えば、冷機状態から高水温状態へ移行した場合には、図 9 に示すように、冷機状態用の噴射時期マップから、高水温状態用の噴射時期マップに切り換える。各噴射時期マップは、運転状態としての負荷及びエンジン回転速度をパラメータとして、各運転状態に適した噴射時期を割り付けたものである。多段噴射を行なう場合は、各噴射についての噴射時期マップを用意する。そして、高水温状態用の燃料噴射時期マップから燃料噴射開始タイミングを算出する。

[0067] なお、点火時期マップを切り換える代わりに、ノッキングが発生し易い運転領域のみ、演算により高水温状態用の点火時期を算出してもよい。例えば、図 10 の冷機状態用の点火時期マップにおいて、斜線を付した領域がノッキングの発生し易い運転領域であるとする。この場合、吸気バルブ閉タイミングにおける筒内ガス温度を低下させるための燃料噴射タイミング $I T n$ は式 (6) により算出できる。

[0068]
$$I T n = I V C - T e v a p \quad \dots (6)$$

ただし、 $I V C$ は吸気バルブ閉タイミング、 $T e v a p$ は蒸発潜熱によって温度が低下し始めてから、温度低下量が最大になるまでに要する時間、である。

[0069] 多段噴射を行う場合には、上記の燃料噴射タイミングを基準として、他の噴射タイミングを算出できる。

[0070] 上記のように、ノッキングが発生し易い運転領域でのみ、ノッキング防止用の点火時期の演算を行い、他の運転領域では冷機状態用の点火時期マップをそのまま用いることで、演算負荷を軽減することができる。

[0071] なお、噴射重心を吸気バルブ閉タイミングに一致させる場合も同様に、ノッキングが発生し易い運転領域のみ、高水温状態用の点火時期を算出するようにしてもよい。この場合、式(7)により噴射重心 IT_c が定まる。そして、噴射重心 IT_c に基づいて、各燃料噴射の開始タイミングを算出できる。

$$[0072] \quad IT_c = IVC - T_{evap} \quad \dots (7)$$

[0073] ステップS60で、コントローラ100は、ステップS30で求めた燃料噴射量と、ステップS50で求めた燃料噴射開始タイミングと、を今回の燃料噴射量及び燃料噴射開始タイミングとして設定する。

[0074] 上述した本実施形態の作用効果について説明する。

[0075] (1) 本実施形態の燃料噴射制御装置としてのコントローラ100は、ヘッド側冷却通路21の冷却液の循環とブロック側冷却通路22の冷却液の循環とを独立して制御し得る火花点火式の筒内直噴内燃機関1の燃料噴射を制御する。そして、コントローラ100は、高水温状態において、噴射した燃料の蒸発潜熱による筒内ガス温度低下が生じている間に吸気バルブ閉タイミングとなる筒内冷却用燃料噴射タイミングを設定し、筒内冷却用燃料噴射タイミングに基づいて燃料噴射を実行する。これにより、ノッキングが発生し易い圧縮上死点付近での筒内ガス温度を低下させてノッキングを防止できる。すなわち、ノッキングを防止しつつ油温の上昇を促進できる。

[0076] (2) 本実施形態では、コントローラ100が、筒内冷却用燃料噴射タイミングを噴射した燃料の蒸発潜熱による筒内ガス温度低下量が最大のときに吸気弁閉弁タイミングとなるように設定するので、圧縮上死点付近での筒内ガス温度をより低下させることができる。

[0077] (3) 多段噴射を行なう場合には、コントローラ100は、多段噴射のいずれかの噴射を筒内冷却用燃料噴射タイミングにする。これにより、いずれかの噴射で噴射された燃料の蒸発潜熱を利用して、圧縮上死点付近での筒内ガス温度を低下させることができる。

[0078] (4) 多段噴射を行なう場合に、コントローラ100は、複数回の燃料噴射

の最後の燃料噴射を筒内冷却用燃料噴射タイミングに設定する。これにより、圧縮行程中に燃料を噴射する場合に比べて、燃料のミキシング時間を長くとることができるので、ノッキングを防止できるだけでなく、排気エミッションの悪化も防止できる。

[0079] (5) 冷機状態及び暖機状態では多段噴射を行う場合に、コントローラ100は、高水温状態では単段噴射に切り換え、単段噴射の燃料噴射タイミングを筒内冷却用燃料噴射タイミングに設定してもよい。この場合も、燃料の蒸発潜熱によって圧縮上死点付近での筒内ガス温度を低下させて、ノッキングを防止することができる。

[0080] (6) 多段噴射を行う場合には、筒内冷却用燃料噴射タイミングを、噴射重心が吸気バルブ閉タイミングと一致するように設定された多段噴射の各回の燃料噴射タイミングとしてもよい。この場合でも、燃料の蒸発潜熱によって圧縮上死点付近での筒内ガス温度を低下させて、ノッキングを防止することができる。

[0081] (7) ヘッド側壁温及びブロック側壁温が高くなるほど、燃料が噴射されてから蒸発するまでの遅れ時間が短くなる。このため、筒内冷却用燃料噴射タイミングを、吸気バルブ閉タイミングよりも燃料噴射期間（例えば0.5ミリ秒〜5ミリ秒程度）分だけ進角側に設定したとしても、吸気バルブ閉タイミングにおける筒内ガス温度を低下させる効果は十分に得られる。

[0082] なお、暖機状態となった後も、ブロック側冷却通路22の水温が例えば95℃より低くなった場合には、ブロック側冷却通路22の冷却水の循環を停止するようにしてもよい。シリンダブロック3の温度を高めることで、ピストンとシリンダ壁とのフリクションを低下させ、燃費性能の低下を抑制するためである。この場合、シリンダブロック3の温度が上昇することによってノッキングが発生し易くなるので、上述した高水温状態における燃料噴射制御を実行して、ノッキングを防止する。

[0083] 以上、本発明の実施形態について説明したが、上記実施形態は本発明の適用例の一部を示したに過ぎず、本発明の技術的範囲を上記実施形態の具体的

構成に限定する趣旨ではない。

請求の範囲

[請求項1] シリンダヘッドを冷却するヘッド側冷却通路と、シリンダブロックを冷却するブロック側冷却通路と、を含み、前記ヘッド側冷却通路の冷却液の循環と前記ブロック側冷却通路の冷却液の循環とを独立して制御し得る冷却装置を備える火花点火式の筒内直噴内燃機関の燃料噴射を制御する燃料噴射制御装置において、

前記ヘッド側冷却通路に冷却液を循環させ、前記ブロック側冷却通路の冷却液の循環を停止した状態で、噴射した燃料の蒸発潜熱による筒内ガス温度低下が生じている間に吸気弁閉弁タイミングとなる筒内冷却用燃料噴射タイミングを設定する燃料噴射タイミング設定手段を備え、

前記筒内冷却用燃料噴射タイミングに基づいて燃料噴射を実行する燃料噴射制御装置。

[請求項2] 請求項1に記載の燃料噴射制御装置において、

前記筒内冷却用燃料噴射タイミングは、噴射した燃料の蒸発潜熱による筒内ガス温度低下量が最大の際に吸気弁閉弁タイミングとなる燃料噴射タイミングである燃料噴射制御装置。

[請求項3] 請求項1または2に記載の燃料噴射制御装置において、

1サイクル当たり複数回の燃料噴射を行う多段噴射の場合には、前記燃料噴射タイミング設定手段は、前記複数回の燃料噴射のいずれかを前記筒内冷却用燃料噴射タイミングにする燃料噴射制御装置。

[請求項4] 請求項3に記載の燃料噴射制御装置において、

前記燃料噴射タイミング設定手段は、前記複数回の燃料噴射の最後の燃料噴射を前記筒内冷却用燃料噴射タイミングにする燃料噴射制御装置。

[請求項5] 請求項1または2に記載の燃料噴射制御装置において、

1サイクル当たり複数回の燃料噴射を行う多段噴射の場合であっても、1サイクル当たり1回の燃料噴射を行う単段噴射に切り換え、

前記燃料噴射タイミング設定手段は、1回の燃料噴射を前記筒内冷却用燃料噴射タイミングにする燃料噴射制御装置。

[請求項6]

請求項1に記載の燃料噴射制御装置において、

1サイクル当たり複数回の燃料噴射を行う多段噴射の場合には、

前記筒内冷却用燃料噴射タイミングは、前記多段噴射の噴射重心が吸気弁閉タイミングと一致するように設定された、前記多段噴射の各回の燃料噴射タイミングである燃料噴射制御装置。

[請求項7]

請求項1から6のいずれかに記載の燃料噴射制御装置において、

前記ヘッド側冷却通路の冷却水温を検知するヘッド側水温検知手段、または前記シリンダヘッドの壁温を検知するヘッド側壁温検知手段、の少なくとも一方をさらに備え、

前記ヘッド側冷却通路の冷却水温または前記シリンダヘッドの壁温が所定値以上の場合に、前記燃料噴射タイミング設定手段が前記筒内冷却用燃料噴射タイミングを設定する燃料噴射制御装置。

[請求項8]

請求項1から7のいずれかに記載の燃料噴射制御装置において、

前記内燃機関の潤滑油の温度を検知する油温検知手段をさらに備え、

前記潤滑油の温度が所定値以下の場合に、前記燃料噴射タイミング設定手段が前記筒内冷却用燃料噴射タイミングを設定する燃料噴射制御装置。

[請求項9]

請求項1に記載の燃料噴射制御装置において、

前記筒内冷却用燃料噴射タイミングは、吸気弁閉タイミングよりも燃料噴射期間分だけ進角側のタイミングである燃料噴射制御装置。

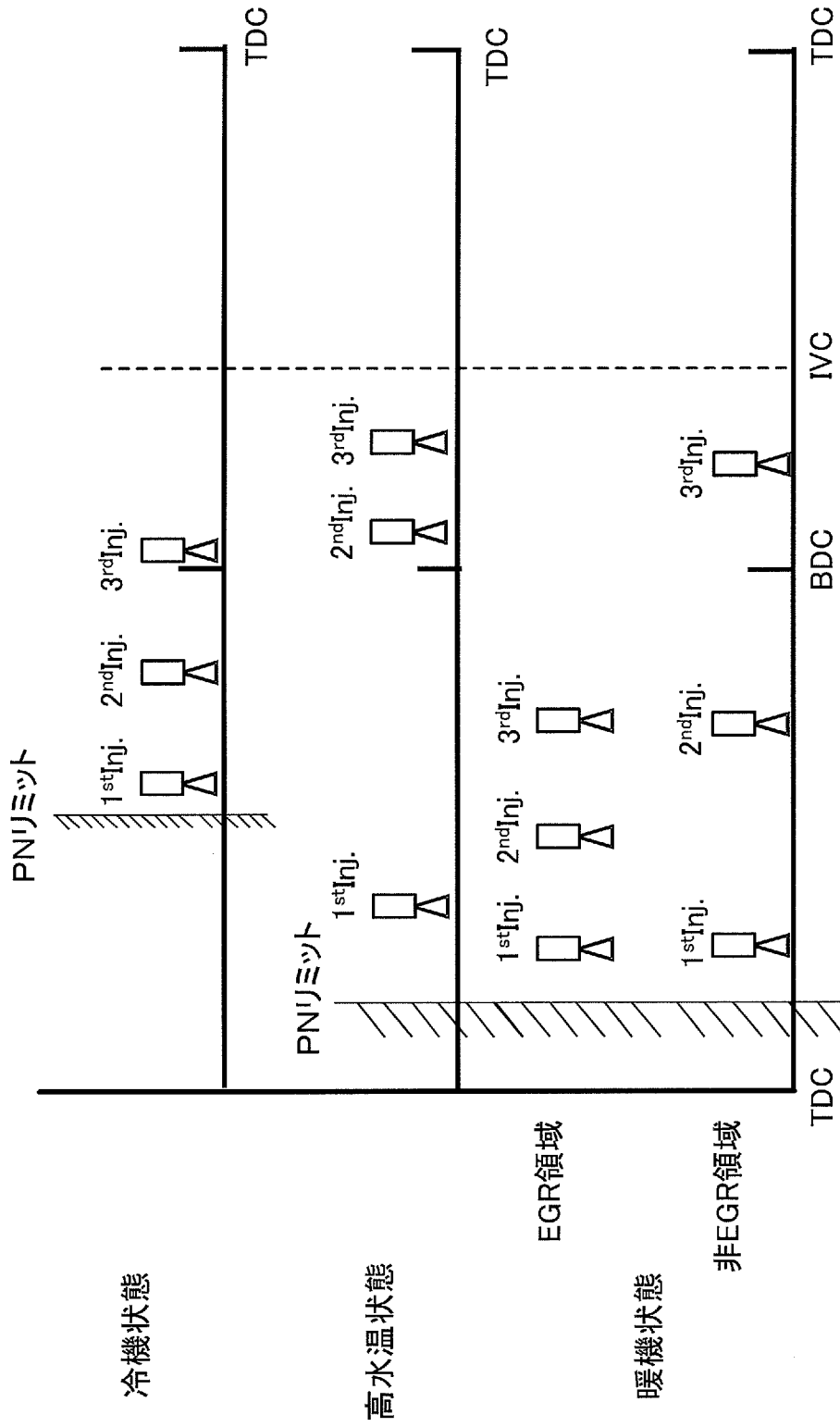
[請求項10]

シリンダヘッドを冷却するヘッド側冷却通路と、シリンダブロックを冷却するブロック側冷却通路と、を含み、前記ヘッド側冷却通路の冷却液の循環と前記ブロック側冷却通路の冷却液の循環とを独立して制御し得る冷却装置を備える火花点火式の筒内直噴内燃機関の燃料噴射を制御する燃料噴射制御方法において、

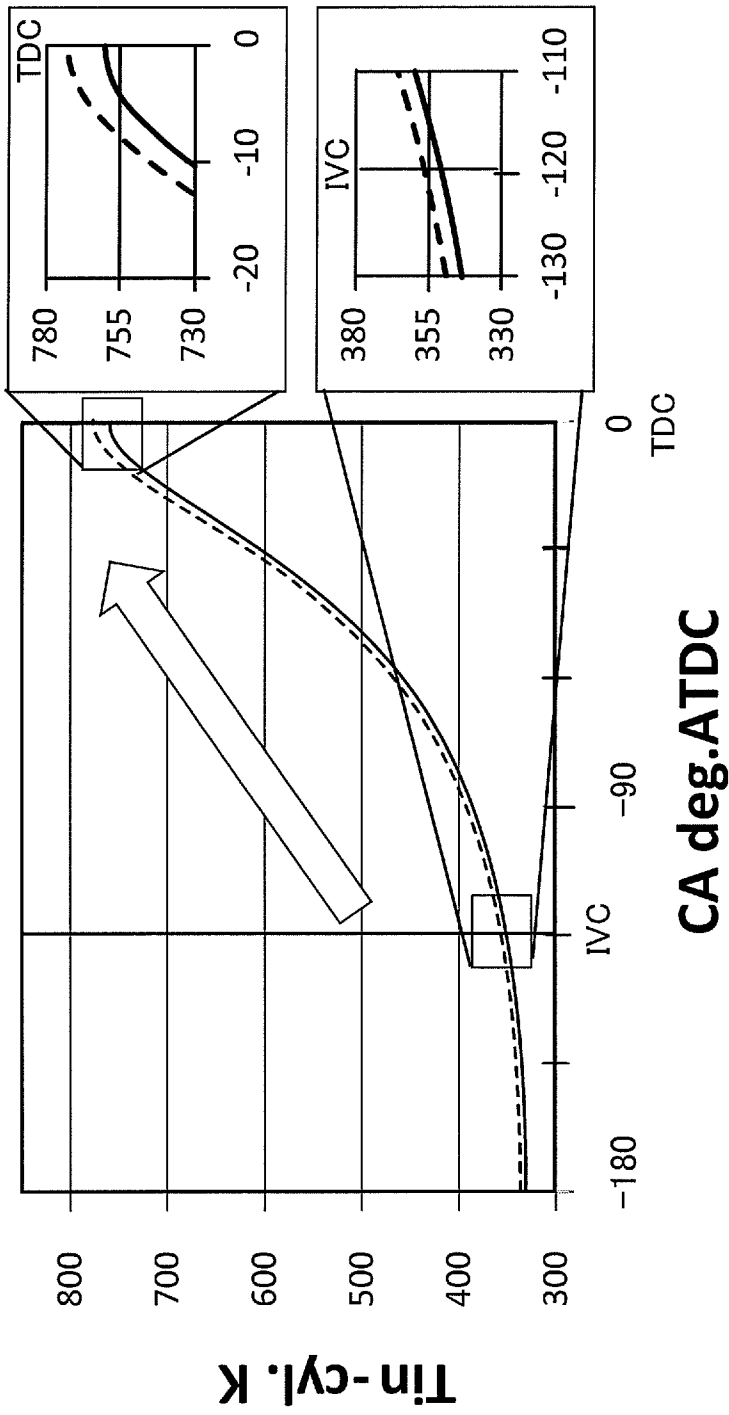
前記ヘッド側冷却通路に冷却液を循環させ、前記ブロック側冷却通路の冷却液の循環を停止した状態で、噴射した燃料の蒸発潜熱による筒内ガス温度低下が生じている間に吸気弁閉弁タイミングとなる筒内冷却用燃料噴射タイミングを設定し、

前記筒内冷却用燃料噴射タイミングに基づいて燃料噴射を実行する燃料噴射制御方法。

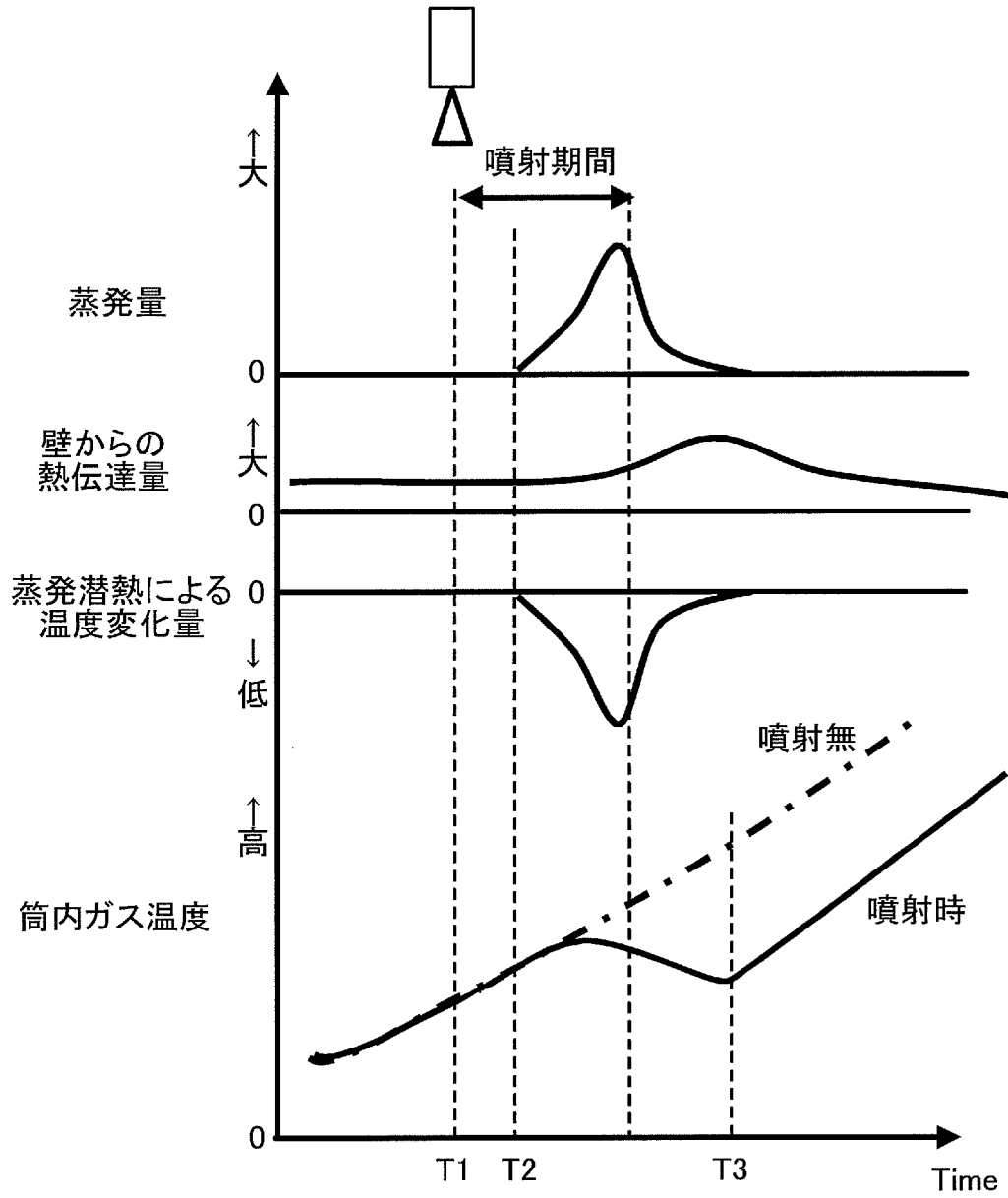
[図2]



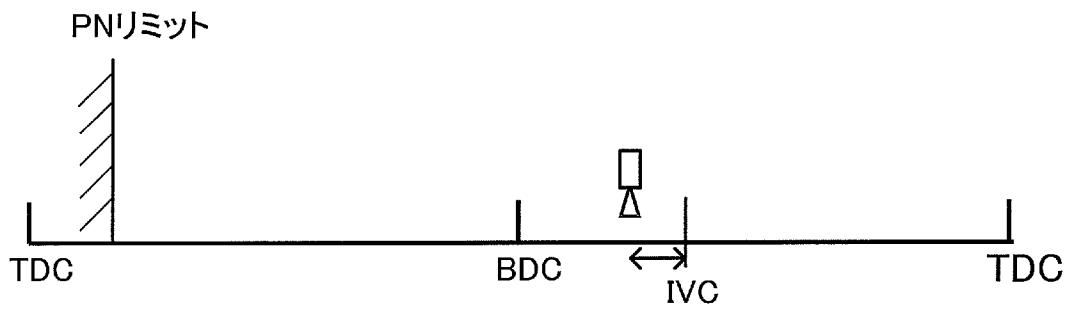
[図3]



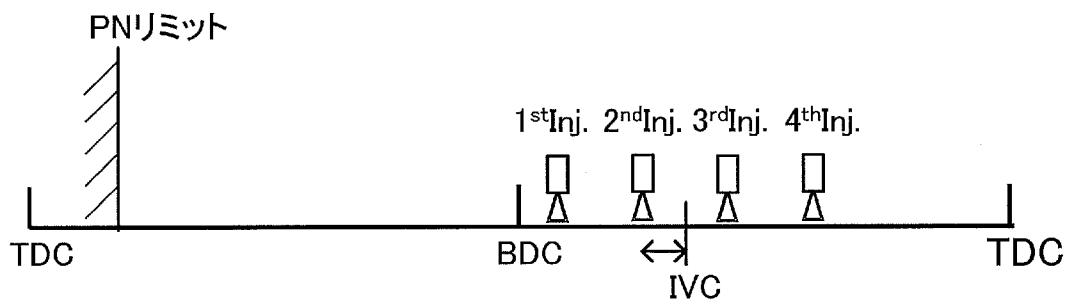
[図4]



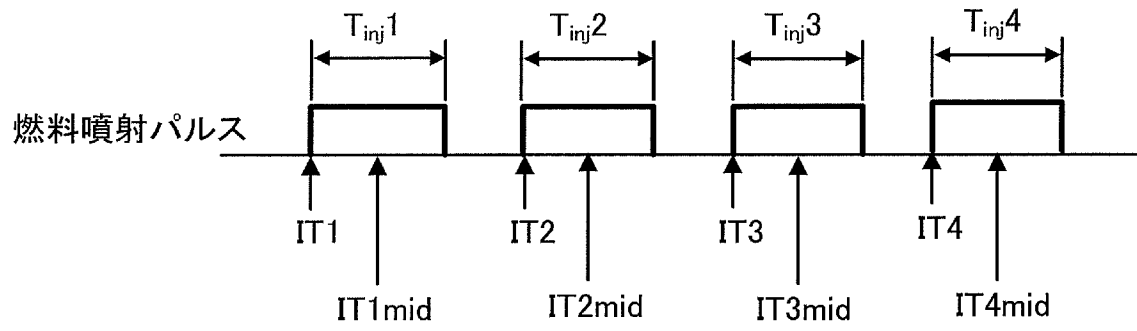
[図5]



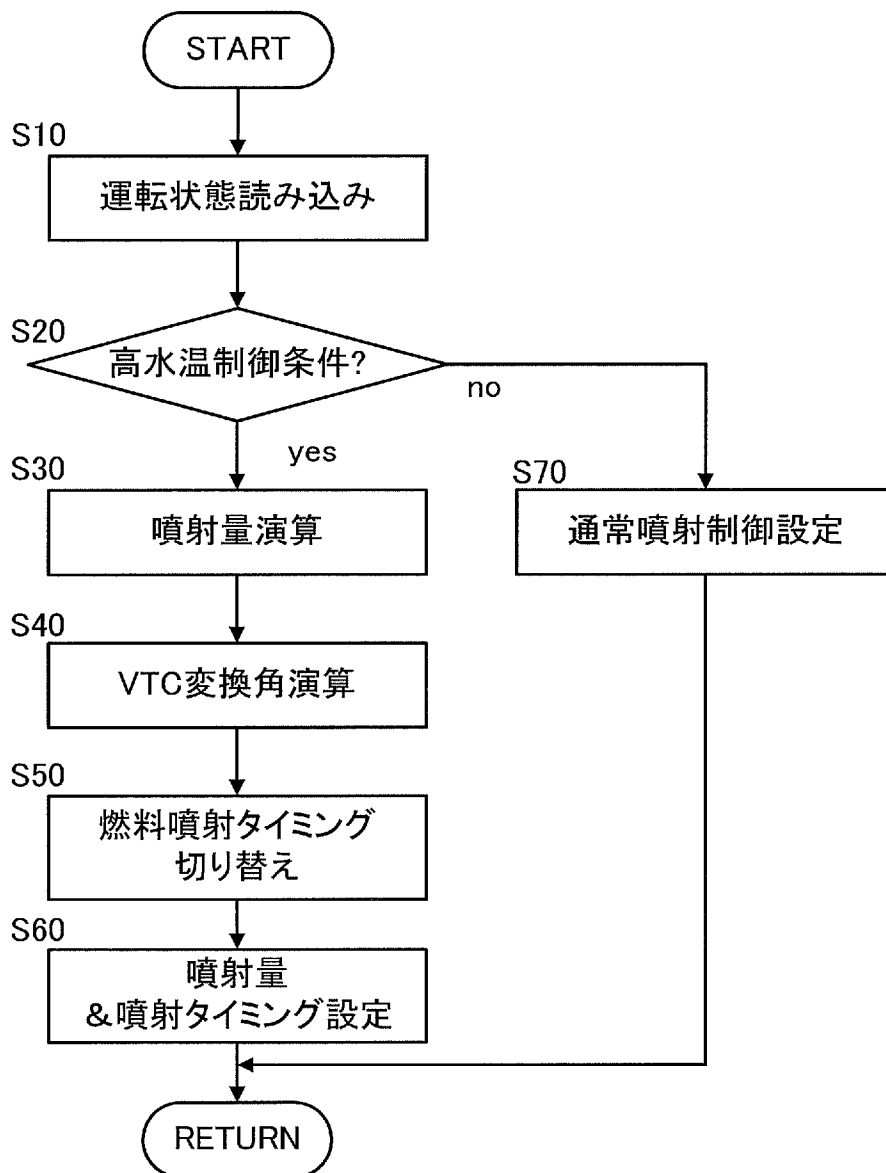
[図6]



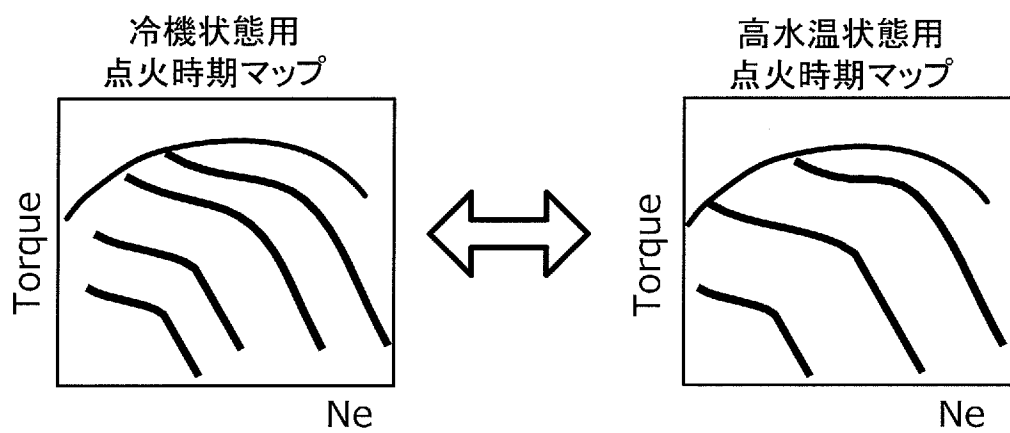
[図7]



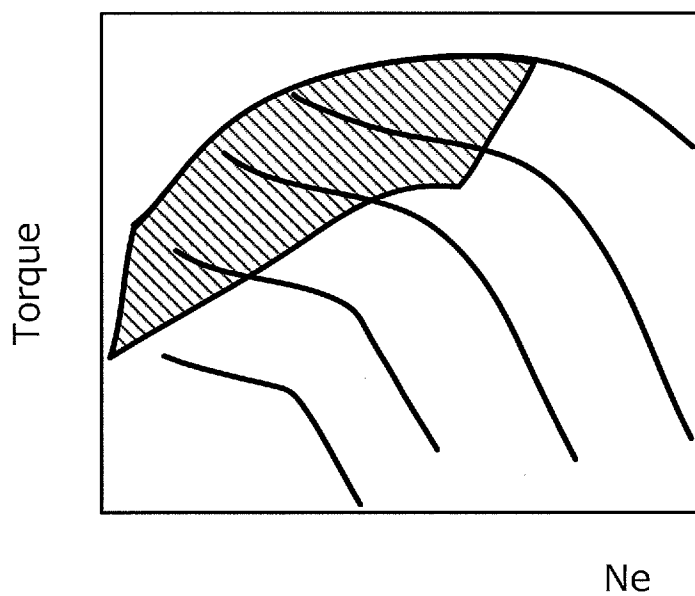
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/063002

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F02D41/34(2006.01)i, F02D41/22(2006.01)i, F02D45/00(2006.01)i, F01P3/02(2006.01)i, F01P7/16(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)
F02D41/00-45/00, F01P3/02, F01P7/16

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.
A	JP 2013-53606 A (Mazda Motor Corp.), 21 March 2013 (21.03.2013), claims; paragraph [0018] (Family: none)	1-10
A	JP 2000-54884 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 22 February 2000 (22.02.2000), paragraphs [0010] to [0011], [0034] (Family: none)	1-10
A	JP 11-13512 A (Nippon Soken, Inc.), 19 January 1999 (19.01.1999), claims; paragraph [0007] & US 5970949 A & EP 0887526 A2	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 06 August, 2014 (06.08.14)	Date of mailing of the international search report 19 August, 2014 (19.08.14)
---	--

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（IPC））
 Int.Cl. F02D41/34(2006.01)i, F02D41/22(2006.01)i, F02D45/00(2006.01)i, F01P3/02(2006.01)i, F01P7/16(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. F02D41/00-45/00, F01P3/02, F01P7/16

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 2013-53606 A (マツダ株式会社) 2013.03.21, 【特許請求の範囲】, 段落【0018】 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2000-54884 A (株式会社豊田中央研究所) 2000.02.22, 段落【0010】 - 【0011】, 【0034】 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 11-13512 A (株式会社日本自動車部品総合研究所) 1999.01.19, 【特許請求の範囲】, 段落【0007】 & US 5970949 A & EP 0887526 A2	1-10

C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 06.08.2014	国際調査報告の発送日 19.08.2014
--------------------------	--------------------------

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) 藤村 泰智 電話番号 03-3581-1101 内線 3395	3Z	9247
---	--	----	------