

(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10月1日(01.10.2015)



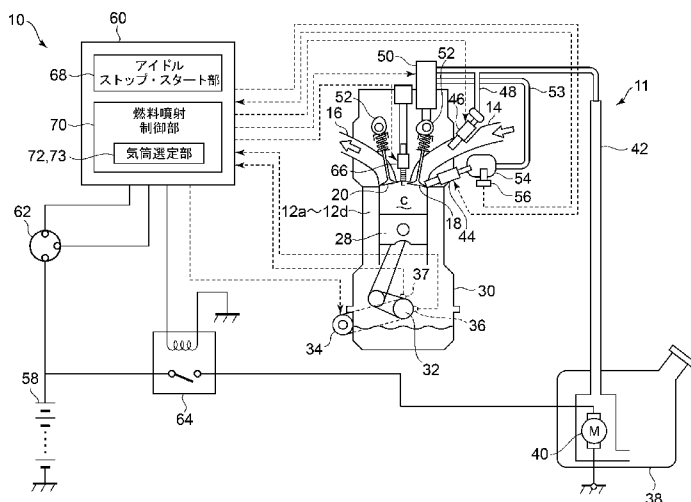
(10) 国際公開番号  
WO 2015/146930 A1

- (51) 国際特許分類:  
F02D 17/00 (2006.01) F02D 41/34 (2006.01)  
F02D 41/06 (2006.01) F02D 45/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/058783
- (22) 国際出願日: 2015年3月23日(23.03.2015)
- (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 2014-061934 2014年3月25日(25.03.2014) JP  
特願 2014-061935 2014年3月25日(25.03.2014) JP  
特願 2014-061936 2014年3月25日(25.03.2014) JP
- (71) 出願人: 三菱自動車工業株式会社 (MITSUBISHI JIDOSHA KOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1088410 東京都港区芝五丁目3番8号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 松永 礼俊 (MATSUNAGA, Ayatoshi); 〒1088410 東京都港区芝五丁目3番8号 三菱自動車工業株式会社内 Tokyo (JP). 山口 康夫 (YAMAGUCHI, Yasuo); 〒1088410 東京都港区芝五丁目3番8号 三菱自動車工業株式会社内 Tokyo (JP). 村田 真一 (MURATA, Shinichi); 〒1088410 東京都港区芝五丁目3番8号 三菱自動車工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 誠真 I P 特許業務法人 (SEISHIN IP PATENT FIRM, P.C.); 〒1080073 東京都港区三田三丁目13番16号 三田43MTビル13階 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,

[続葉有]

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

(54) 発明の名称: 内燃機関の燃料噴射装置



68 Idle stop/start unit  
70 Fuel injection control unit  
72, 73 Cylinder selection unit

(57) Abstract: This fuel injection device (60) for an internal combustion engine incorporates: a first fuel injection means (44) that injects fuel into a cylinder (12a-d) of an internal combustion engine; a second fuel injection means (46) that injects fuel into an intake channel (14) of the internal combustion engine; an automatic restarting means (68) that automatically restarts the internal combustion engine; and a fuel injection control means (70) that injects the fuel remaining in the first fuel injection means (44) when the internal combustion engine is automatically restarted before rotation of a crankshaft (32) begins, automatically restarting the internal combustion engine, and starts fuel injection from the second fuel injection means (46) when a prescribed condition is met.

(57) 要約: 内燃機関の燃料噴射装置 (60) は、内燃機関の気筒 (12a-d) 内に燃料を噴射する第1燃料噴射手段 (44) と、前記内燃機関の吸気通路 (14) に燃料を噴射する第2燃料噴射手段 (46) と、前記内燃機関を自動で再始動させる自動再始動手段 (68) と、前記内燃機関の自動再始動時に前記第1燃料噴射手段 (44)

4) に残留している燃料をクランク軸 (32) の回転が開始される前に噴射させて前記内燃機関を自動再始動させるとともに、所定条件が成立すると前記第2燃料噴射手段 (46) から燃料噴射を開始させる燃料噴射制御手段 (70) とを内蔵している。

WO 2015/146930 A1



MZ, NA, RW, SD, SL, ST, 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))

## 明 細 書

発明の名称：内燃機関の燃料噴射装置

### 技術分野

[0001] 本開示は、車両の一時停止時にエンジンのアイドルリングを強制的に停止するいわゆるアイドルストップ機能を有する車両に搭載される内燃機関の燃料噴射装置に関する。

### 背景技術

[0002] 車両に装備された内燃機関の燃料噴射制御手段として、筒内に燃料を噴射するための筒内インジェクタと吸気ポート内に燃料を噴射するための吸気通路インジェクタとを備え、運転状態に応じて筒内インジェクタからの燃料噴射と吸気通路インジェクタからの燃料噴射とを制御する多点噴射式燃料噴射装置が知られている。

多点噴射式燃料噴射装置を用いることで、アクセルレスポンスや燃費を向上させ、排ガスの清浄化を可能にしている。この燃料噴射装置は、低負荷低回転領域では吸気通路に燃料を噴射することで、吸気と燃料との混合特性を良くして着火性能を良くし、高負荷高回転領域では、吸気通路インジェクタからの燃料噴射と筒内インジェクタからの燃料噴射とを併用するようにしている。

[0003] また、車両の一時停止時にエンジンのアイドルリングを強制的に停止するいわゆるアイドルストップ機能を付与して燃費を向上させる試みがなされている。

車両がエンジンを停止するときは、運転を終了する場合と、再始動を前提とした一時停止の場合とがある。前者は、イグニッションキーがオフとされる。一方、後者は、車速が零となり、ブレーキの踏込みがあり、アクセル操作量が零であり、かつレバーが運転レンジに設定されている等の条件が成立する。アイドルストップ機能を有する車両では、かかる条件が成立したとき、ECUなどに内蔵されたアイドルストップ部が作動し、エンジンをストッ

プさせる。

[0004] 特許文献1には、筒内インジェクタを有する筒内燃料供給路と、吸気通路インジェクタを有する吸気通路燃料供給路と、アイドルストップ手段とを有する内燃機関を備えたハイブリッド車が開示されている。このハイブリッド車は、アイドルストップ時に前記筒内燃料供給路のリリーフ弁を閉じて燃圧（燃料圧力）を高く保持する手段が開示されている。こうして、アイドルストップ条件解除後のエンジン再始動時に、前記筒内燃料供給路から気筒内に燃料を噴射することで、円滑な始動特性の確保と、排気清浄の悪化防止とを両立させることを目的としている。

[0005] また、特許文献2及び3には、アイドルストップ後アイドルストップ条件が解除されたとき、エンジンを再始動させる前に燃料ポンプを駆動させ、エンジンの再始動時までに燃料供給路の燃圧を始動に必要な燃圧まで上昇させる制御手段を有する車両の内燃機関が開示されている。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0006] 特許文献1：特開2006-258032号公報

特許文献2：特開2012-13050号公報

特許文献3：特開2013-119835号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0007] 多点噴射式燃料噴射装置を備え、アイドルストップ手段を有する車両においては、アイドルストップ後の迅速な再始動と、排ガス性状や燃費等の面で再始動後の最適化運転を両立させる必要がある。

アイドルストップによるエンジン停止中に、吸気通路の吸気圧は大気圧に変化する。そのため、再始動時の初爆から数回の燃焼サイクルが行われる間は吸入空気量が多くなり、実際の圧縮圧力は高くなる傾向にある。これによって、吸気温度が高い場合やエンジン温度が高い場合、ノッキングが発生し

やすくなり、ノッキングの発生によって、始動直後のドライバビリティやNVH（ノイズ・バイブレーション・ハーシュネス）が悪化するという問題がある。

[0008] また、エンジンが停止中は燃料ポンプが作動しないので、燃料供給路の燃圧が低下しており、そのため、気筒内への燃料噴射が遅れ、エンジンの再始動時迅速始動ができない場合がある。

[0009] 特許文献1には、アイドルストップ後の再始動時に、ノッキングの発生を防止する手段は開示されていない。また、アイドルストップ後の再始動時に、筒内燃料供給路の燃圧を計測せずに、気筒内へ燃料を噴射するので、圧力が比較的高い状態の気筒へは燃料を噴射できないおそれがある。そのため、迅速な再始動ができないおそれがある。

また、複数の気筒に対して一律に燃料を噴射し、各気筒のアイドルストップ時の停止状態を考慮しないので、排気行程で停止した状態の気筒に燃料を噴射した場合、未燃の燃料が排気通路に排出され、排ガス性状が悪化するおそれがある。

[0010] また、特許文献2及び3に開示された制御手段は、アイドルストップ条件が解除された後、燃料供給路の燃圧を始動に必要な燃圧まで上昇させるための時間を要し、迅速な始動ができないという問題がある。

[0011] 本発明は、前記の問題点に鑑みなされたものであり、本発明の少なくとも一つの実施形態の目的は、アイドルストップ後の迅速な再始動と、再始動時にノッキングの発生をなくすことで、再始動直後のドライバビリティやNVH等の悪化を防止することにある。

### 課題を解決するための手段

[0012] (1) 本発明の少なくとも一実施形態に係る内燃機関の燃料噴射装置は、内燃機関の気筒内に燃料を噴射する第1燃料噴射手段と、前記内燃機関の吸気通路に燃料を噴射する第2燃料噴射手段と、前記内燃機関を自動で再始動させる自動再始動手段と、を有する内燃機関の燃料噴射装置において、前記内燃機関の自動再始動時に前記第1燃料噴射手段に残留している燃料をクラ

ンク軸の回転が開始される前に噴射させて前記内燃機関を自動再始動させるとともに、所定条件が成立すると前記第2燃料噴射手段から燃料噴射を開始させる燃料噴射制御手段とを備えることを特徴とする。

[0013] 前記(1)の構成によれば、アイドルストップによるエンジン停止中に、吸気通路の吸気圧は大気圧に変化する。そのため、再始動時の初爆から数回の燃焼サイクルが行われる間は吸入空気量が多くなり、実際の圧縮圧力は高くなる傾向にある。

そのため、本発明では、前記燃料噴射制御手段によって、再始動時に第1燃料噴射手段による気筒内への燃料噴射のみを行う。これによって、気筒内に供給される吸気量を抑えつつ、噴射される燃料の冷却作用で気筒内を冷却することで、気筒内の圧縮圧力の増加を抑え、ノッキングの発生をなくした迅速な再始動が可能になる。

[0014] そして、ノッキングが発生する恐れがなくなる所定条件が成立すると、第2燃料噴射手段からの燃料噴射に切り替えるか、あるいは第1燃料噴射手段及び第2燃料噴射手段からの燃料噴射を併用するようにする。かかる燃料の多点噴射によって、少吸気量時の予混合を促進させ、再始動時の排ガス性状の悪化を防止できる。

[0015] また、前記燃料噴射制御手段により、スタータによるクランク軸の回転が開始される前に第1燃料噴射手段に残留した燃料を噴射させるものである。

このように、クランク軸の回転開始前(即ち、ピストンの動作開始前)の筒内圧が低い気筒に第1燃料供給路から燃料を噴射できるので、燃料の噴射が容易になる。

[0016] (2)幾つかの実施形態では、前記(1)の構成において、内燃機関のクランク角を計測し、内燃機関の行程を検知するクランク角センサをさらに備え、前記所定条件には、内燃機関の再始動後所定行程数経過したことが検知されたことが含まれることを特徴とする。

[0017] 前記(2)の構成によれば、再始動時の初爆から数回の燃焼サイクルが行われるまでの間は、第1燃料噴射手段による燃料噴射を行う。これによって

、再始動時のノッキングの発生を確実に防止でき、ドライバビリティ及びNVHを向上できる。

[0018] (3) 幾つかの実施形態では、前記(2)の構成において、吸気通路の吸気圧力を計測する吸気圧センサをさらに備え、前記所定条件には、吸気圧センサの検出値が所定吸気圧力値以下であることを含めることを特徴とする。

前記所定条件として吸気圧力が所定吸気圧力値以下となることを加えることで、再始動時にノッキングを確実に防止でき、ドライバビリティやNVHを向上できる。さらに、燃料の多点噴射によって、少吸気量時の予混合を促進させ、再始動時の排ガス性状の悪化を防止できる。

[0019] (4) 幾つかの実施形態では、前記(3)の構成において、吸気通路の吸気の温度を計測する吸気温センサをさらに備え、前記燃料噴射制御手段は、吸気温センサの検出結果に応じて、前記所定行程数を可変させて第2燃料噴射手段からの燃料噴射を開始させることを特徴とする。

これによって、再始動時のノッキングの発生をさらに確実に防止できる。

[0020] (5) 幾つかの実施形態では、前記(1)から(4)の構成の何れかにおいて、前記内燃機関は、前記第1燃料噴射手段の燃料圧力を計測する燃圧センサをさらに備え、前記燃料噴射制御手段は、前記燃圧センサの計測値に応じて前記第1燃料噴射手段に残留した燃料を噴射可能な筒内圧を有する気筒を選定し、該選定した気筒に前記第1燃料噴射手段に残留した燃料を噴射させることを特徴とする。

[0021] 前記(5)の構成によれば、アイドルストップによるエンジン停止中に、吸気通路の吸気圧は大気圧に変化する。そのため、再始動時の初爆から数回の燃焼サイクルが行われる間は吸入空気量が多くなり、実際の圧縮圧力は高くなる傾向にある。

そのため、本発明では、前記燃料噴射制御手段によって、再始動時に第1燃料噴射手段による気筒内への燃料噴射のみを行う。その際、燃圧センサで第1燃料噴射手段に残留した燃料の燃圧を計測し、第1燃料噴射手段に残留した燃料を噴射可能な筒内圧を有する気筒を選定し、この選定した気筒に第

1 燃料噴射手段に残留した燃料を噴射させる。

[0022] このように、第1燃料噴射手段に残留している燃料を気筒内に噴射し、気筒に供給される吸気量を抑えつつ、噴射された燃料の冷却作用で気筒内を冷却できる。そのため、気筒内の圧縮圧力の増加をなくし、ノッキングの発生を防止できるので、始動直後のドライバビリティやNVHの悪化、及び排ガス性状の悪化を防止できる。

[0023] また、第1燃料噴射手段からの燃料噴射によって空燃比を低く抑えることができるので、着火性能が良くなると共に、燃料ポンプの稼働を待つことなく、気筒への迅速な燃料供給が可能となり、これによって、アイドルストップ後の迅速な再始動が可能となる。

さらに、第1燃料供給路の燃圧を計測すると共に、燃料噴射制御手段によって、第1燃料供給路に残留した燃料を噴射可能な筒内圧を有する気筒を選定し、この選定した気筒に燃料を噴射させることで、気筒内への燃料噴射を確実に行うことができる。

[0024] 気筒内燃料噴射による再始動後、数回の燃焼サイクルを経て吸気圧が低下し、かつ吸気温が低下したら、ノッキングが発生するおそれなくなるため、第2燃料供給路から燃料噴射に切り換える。あるいは第1燃料供給路からの燃料噴射と第2燃料供給路からの燃料噴射とを併用してもよい。

[0025] (6) 幾つかの実施形態では、前記(5)の構成において、前記燃料噴射制御手段は、前記第1燃料噴射手段の燃料圧力が第1の閾値以上であるとき、圧縮行程で停止した第1の気筒を選定し、前記第1燃料噴射手段の燃料圧力が前記第1の閾値より低圧の第2の閾値以上であるとき、吸気行程又は圧縮行程前半の領域で停止した第2の気筒を選定し、前記第1噴射手段の燃料圧力が前記第2の閾値未満のとき、吸気行程直前又は吸気行程前半の領域で停止した第3の気筒を選定し、前記燃料噴射制御手段は、前記燃圧センサにより検出された前記残留している燃料の燃圧が前記第1の閾値以上の場合には、前記第1燃料噴射手段から燃料噴射を前記第1気筒から開始させることを特徴とする。

[0026] 即ち、前記燃料噴射制御手段により、第1燃料噴射手段の燃料圧力が第1の閾値以上であるとき、圧縮行程で停止した第1の気筒を選定し、この第1の気筒に第1燃料噴射手段に残留した燃料を噴射させる。

第1燃料噴射手段の燃料圧力が第1の閾値より低圧の第2の閾値以上であるとき、吸気行程（好ましくは、吸気行程後半）又は圧縮行程前半の領域で停止した第2の気筒を選定し、この第2の気筒に第1燃料噴射手段に残留した燃料を噴射させる。

また、第1噴射手段の燃料圧力が第2の閾値未満のとき、吸気行程直前又は吸気行程前半の領域で停止した第3の気筒を選定し、この第3の気筒に第1燃料噴射手段に残留した燃料を噴射させる。

[0027] 第1の閾値及び第2の閾値は、エンジンの再始動と同時に燃料が噴射される気筒の筒内圧との関係で燃料噴射を可能とする燃圧を目安として設定される。

[0028] 前記（6）の構成によれば、アイドルストップ時、第1燃料噴射手段に残留した燃料の燃圧が第1の閾値以上のとき、圧縮行程で停止した気筒に燃料を噴射させることで、速やかに燃焼行程に移行でき、迅速な再始動が可能になる。

また、残留燃料の燃圧が第1の閾値に達していないとき、吸気行程（好ましくは吸気行程後半）又は圧縮行程前半の領域で停止した気筒に残留燃料を噴射させることで、気筒内への燃料噴射を確実に行うことができると共に、排気行程で停止した気筒への燃料噴射を避けることができ、排ガス性状の悪化を防止できる。

[0029] （7）幾つかの実施形態では、前記（1）から（6）の構成の何れかにおいて、所定の条件が成立すると前記内燃機関を自動で停止する自動停止手段と、前記第1燃料噴射手段に燃料を送る高圧燃料ポンプと、をさらに備え、前記燃料噴射制御手段は、前記第2燃料噴射手段により前記内燃機関を運転中に前記自動停止の所定の条件が成立した際は、前記自動停止手段によって前記内燃機関が停止する前に、前記高圧燃料ポンプを作動させ前記第1燃料

噴射手段に残留する燃料圧力を高めることを特徴とする。

[0030] 前記（７）の構成によれば、低負荷領域で第２燃料噴射手段による運転中に、第１の所定の条件、即ちアイドルストップ条件が成立したとき、前記自動停止手段によって内燃機関が停止する前に高圧燃料ポンプを作動させ、第１燃料噴射手段の燃圧を高めておく。

[0031] こうして、再始動時の初爆から数回の燃焼サイクルが行われるまでの間、または、スタータによるクランク軸の回転が開始される前に、第１燃料供給路に残留している燃料を気筒内に噴射させることで、気筒に供給される吸気量を抑えつつ、噴射された燃料で気筒内を冷却できる。

そのため、気筒内の圧縮圧力の上昇をなくし、ノッキングの発生を防止でき、かつ始動直後のドライバビリティやNVHの悪化及び排ガス性状の悪化を防止できる。また、第２燃料噴射手段からの燃料噴射ではなく、第１燃料噴射手段からの燃料噴射によって空燃比を低く抑えることができるので、着火性能を向上できる。

[0032] さらに、エンジンの再始動時、燃料ポンプの稼働を待つことなく気筒内へ燃料を噴射できるので、迅速始動が可能になると共に、この間燃料ポンプが稼働されないので、ポンプ駆動フリクションを低減でき、これによって燃費を低減できる。

[0033] （８）幾つかの実施形態では、前記（７）の構成において、前記第１燃料噴射手段に供給される燃料の圧力を計測する燃圧センサを備え、前記燃料噴射制御手段は、前記燃圧センサの計測値が所定圧力値以上の際に、前記第２燃料噴射手段を停止し、前記内燃機関を停止させ、前記燃圧センサの計測値が前記所定圧力値未満の場合は、前記内燃機関の回転が停止するまで前記高圧燃料ポンプを作動させることを特徴とする。

前記（８）の構成によれば、前記燃料噴射制御手段は、前記燃圧センサの計測値が所定圧力値以上の際に、前記第２燃料噴射手段を停止し、前記内燃機関を停止させることで、前記第１燃料噴射手段の残留燃圧を高く維持しつつ、ポンプ駆動フリクションを低減できる。

また、前記燃圧センサの計測値が前記所定圧力値未満の場合は、前記内燃機関の回転が停止するまで前記高圧燃料ポンプを作動させることで、再始動時に第1燃料噴射手段の残留燃圧を確保することができる。

[0034] (9) 幾つかの実施形態では、前記(1)から(8)の構成の何れかにおいて、燃料噴射制御手段によって、内燃機関の低負荷時に第2燃料噴射手段を用いて運転することを特徴する。

前記(9)の構成によれば、低負荷領域で燃料と吸気との混合が均一に行われ、低負荷領域で良好な燃焼を維持できると共に、低負荷領域での運転で高圧燃料ポンプを作動させないため、ポンプ駆動フリクションを低減できる。

### 発明の効果

[0035] 本発明によれば、アイドルストップ後の再始動時に、第1燃料供給システムの燃圧を利用して気筒内に燃料を噴射させることで、ノッキングの発生をなくした迅速な再始動が可能になり、始動直後の良好なドライバビリティを可能にすると共に、排ガス性状やNVHの悪化を防止できる。

### 図面の簡単な説明

[0036] [図1]本発明の実施形態に係るエンジンの燃料噴射装置の概略構成図である。  
[図2]燃料噴射装置の平面視概略構成図である。  
[図3]本発明の第1実施形態に係る燃料噴射装置の作動手順を示すフロー図である。  
[図4]燃料噴射装置の各気筒の燃焼サイクルを示す図表である。  
[図5]燃料噴射装置の各気筒の停止時クランク角を示す図表である。  
[図6]本発明の第2実施形態に係る燃料噴射装置の作動手順の一部を示すフロー図である。  
[図7]本発明の第3実施形態に係る燃料噴射装置の作動手順を示すフロー図である。  
[図8]本発明の第4実施形態に係る燃料噴射装置の作動手順を示すフロー図である。

[図9]エンジンの運転方法を示す説明線図である。

### 発明を実施するための形態

[0037] 以下、添付図面を参照して、本発明の幾つかの実施形態について説明する。ただし、これらの実施形態に記載されている又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状及びその相対的配置等は、本発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

例えば、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

例えば、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

一方、一つの構成要素を「備える」、「具える」、「具備する」、「含む」、又は「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

[0038] 本発明に係るエンジンの燃料噴射装置の概略構成を、図1、2を参照して説明する。図1及び図2において、車両に搭載されたガソリン駆動エンジン（以下、「エンジン」という。）10は、複数の、即ち4個の気筒12a～12dを有した直列4気筒エンジンであり、各気筒には夫々吸気マニホールド14及び排気マニホールド16が接続され、吸気マニホールド14はサージタンク22に接続されている。吸気マニホールド14の出口には吸気弁18が設けられ、排気マニホールド16の入口には排気弁20が設けられている。サージタンク22には、吸気の圧力を計測する吸気圧センサ（MAPセ

ンサ) 24、及び吸気の温度を計測する吸気温センサ26が設けられている。

[0039] 各気筒12a~12dの内部には燃焼室cの燃焼によって往復動するピストン28が設けられ、各気筒12a~12dの下部には、クランク軸32を収容したクランク室30が設けられている。クランク室30の外側には、エンジン始動時にクランク軸32を回転させるスタータ34、クランク角を計測するクランク角センサ36及びクランク軸32の回転数を計測する回転数センサ37が設けられている。

[0040] 次に、エンジン10の燃料供給系を説明する。燃料タンク38に貯留された燃料は、燃料タンク38に内蔵された低圧燃料ポンプ40によって、低圧燃料供給管42に吐出される。低圧燃料供給管42は、低圧燃料分配管48を介して吸気マニホールド14の個々の吸気通路に接続されている。低圧燃料供給管42と吸気マニホールド14の該吸気通路との接続部に夫々吸気通路インジェクタ46が設けられている。

低圧燃料供給管42及び吸気通路インジェクタ46で低圧燃料系統(第2燃料噴射手段)を構成している。

[0041] 低圧燃料供給管42の一方の流路は、高圧燃料ポンプ50を介して高圧燃料供給管53及び高圧燃料分配管54に接続されている。高圧燃料分配管54は各気筒12a~12dに接続され、各気筒との接続部に筒内インジェクタ44が設けられている。

低圧燃料ポンプ40によって低圧燃料供給管42に吐出された燃料は、高圧燃料ポンプ50に送られると共に、低圧燃料分配管48を介して吸気マニホールド14の各吸気通路に吸気通路インジェクタ46を介して供給される。

[0042] カム機構52はクランク軸32と連動して吸気弁18及び排気弁20を開閉駆動する。高圧燃料ポンプ50は、カム機構52と連動して高圧燃料分配管54に燃料を供給すると共に、後述するECU60からの指令によってその燃料供給が制御される。高圧燃料ポンプ50に送られた燃料は、高圧燃料

ポンプ50によって高圧となり、高圧燃料供給管53及び高圧燃料分配管（高圧デリバリーパイプ）54を介して各気筒12a～12dに供給され、筒内インジェクタ44から各気筒の燃焼室cに噴射される。高圧燃料分配管54には、燃料圧力を計測する燃圧センサ56が設けられている。

筒内インジェクタ44、高圧燃料ポンプ50、高圧燃料供給管53及び高圧燃料分配管54で高圧燃料系統（第1燃料噴射手段）を構成している。

[0043] エンジン10が搭載された車両には、車載バッテリー58及びエンジン10の駆動を制御するエンジン・コントロール・ユニット（ECU）60が設けられている。運転者がイグニッション・スイッチ62を操作することで、ECU60が作動を開始する。ECU60の指令によって、車載バッテリー58からリレー64を介して低圧燃料ポンプ40に電力が供給され、低圧燃料ポンプ40が稼働する。また、ECU60の指令によって、点火プラグ66、筒内インジェクタ44及び吸気通路インジェクタ46の作動が制御される。

[0044] ECU60には、アイドルストップ・スタート部68及び燃料噴射制御部70が内蔵されている。ECU60には、吸気圧センサ24、吸気温センサ26、クランク角センサ36、回転数センサ37及び燃圧センサ56の計測値が入力される。

アイドルストップ部・スタート68は、点火プラグ66及びスタータ34等の作動を制御し、車速が零となり、ブレーキの踏込みがあり、アクセル操作量が零であり、かつレバーが運転レンジに設定されている等のアイドルストップ条件が成立したとき、エンジン10を停止する。また、アイドルストップ条件が解除されたとき、エンジン10を再始動させる。

[0045] 燃料噴射制御部70は、アイドルストップ条件が成立してエンジン10が停止し、その後、アイドルストップ条件が解除されたとき、再始動時に筒内インジェクタ44、吸気通路インジェクタ46及び点火プラグ66の作動を制御する。

[0046] また、燃料噴射制御部70には、気筒選定部72、73を有し、該気筒選定部72、73は、アイドルストップ条件解除後の再始動時に、ECU60

に入力されるクランク角センサ36の検出値に基づいて圧縮行程のある気筒、吸気行程にある気筒等を選定し、高圧燃料分配管54に残留した燃料の燃圧に応じて供給可能な気筒を選定し、選定された気筒に筒内インジェクタ44から順々に燃料を噴射させる。

[0047] (第1実施形態)

次に、図3により、アイドルストップ条件が成立し、アイドルストップ・スタート部68によってエンジン10が停止し、その後、アイドルストップ条件が解除されたとき、燃料噴射制御部70の制御によってエンジン10が再始動する動作手順を説明する。

図3において、まず、クランク角センサ36により、各気筒12a~12dが停止状態にあるときのクランク角を計測する(S10)。図4に、クランク角と各気筒12a~12d(直列4気筒)の燃焼サイクル中の行程との相関関係を示す。点火順序は、12a、12c、12d、12bの順で点火される。

[0048] 次に、燃料噴射制御部70で、燃圧センサ56で計測した計測値(エンジン再始動時の燃圧)が、予め設定された閾値以上かどうかを判定する(S12)。該閾値(所定圧力値)は、自動停止した際の筒内圧の変化を予め実験データ等により取得し、該筒内圧を目安に、燃料を噴射可能な燃圧となるように適宜設定される。該計測値が閾値以上であれば、圧縮行程の領域でピストン28が停止した気筒を選定し、選定された気筒に高圧燃料分配管54に残留している燃料を筒内インジェクタ44を介して噴射する(S14→S18)。筒内圧が高くなる途中にある圧縮行程に燃料を噴射できれば、次の燃焼行程で燃焼するまでの時間が短く、これにより早い段階で再始動が可能である。

[0049] 一方、該計測値が該閾値に達していなければ、吸気行程後半又は圧縮行程前半の領域でピストン28が停止した気筒を選定し、選定した気筒に高圧燃料分配管54に残留している燃料を筒内インジェクタ44を介して噴射する(S16→S18)。これら気筒の選定は気筒選定部72によって行われる。

[0050] 次に、ECU60の指令を受けてスタータ34が稼働し、クランキングを

開始する(S 2 0)。また、ECU 6 0の指令によってリレー6 4がオンとなり、低圧燃料ポンプ4 0に車載バッテリー5 8の電力が供給され、低圧燃料ポンプ4 0が稼働を開始する。クランキングの開始と同時に、クランク軸3 2と連動してカム機構5 2が作動し、カム機構5 2の作動によって、吸気弁1 8及び排気弁2 0が作動する。また、低圧燃料ポンプ4 0の作動開始と共に、カム機構5 2と連動して高圧燃料ポンプ5 0が稼働を開始する(S 2 2)。

そして、ほとんど同時に、ECU 6 0の指令で点火プラグ6 6が作動し、S 1 8で気筒内に噴射された燃料が点火され、燃焼行程が開始される(S 2 4)。S 1 8からS 2 4までの工程は極めて短時間に行われる。

[0051] 低圧燃料ポンプ4 0及び高圧燃料ポンプ5 0が作動した後、ECU 6 0の指令で、燃料タンク3 8から供給される燃料が高圧燃料分配管5 4から筒内インジェクタ4 4を介して各気筒1 2 a~1 2 dに噴射される。回転数センサ3 7によって再始動後の燃焼サイクルの回数が計測され、設定された回数だけ、例えば2~5回燃焼サイクルが行われる(S 2 6)。1燃焼サイクルは吸気・圧縮・燃焼(膨張)・排気の4行程であり、2~5燃焼サイクルでは8~2 0行程数となる。

[0052] 次に、吸気圧センサ2 4の計測値が閾値(所定吸気圧力値)まで低下したら(S 2 8)、ECU 6 0によって、高圧燃料分配管5 4からの燃料噴射を止め、低圧燃料分配管4 8からの燃料噴射に切り換える(S 3 0)。その後、高圧燃料ポンプ5 0の稼働を停止する(S 3 2)。なお、高圧燃料分配管5 4の稼働を続行させ、高圧燃料分配管5 4からの燃圧噴射と低圧燃料分配管4 8からの燃圧噴射とを併用してもよい。

[0053] 図5を用いて、気筒選定部7 2によって行われる、再始動時に高圧燃料分配管5 4から燃料を噴射する気筒の選定方法を具体的に説明する。エンジンの再始動時、高圧燃料分配管5 4の燃圧が閾値以上であり、エンジン停止時の停止クランク角が領域A及びBにあるときは、圧縮行程であっても気筒内に燃料を供給可能であるので、気筒1 2 dに燃料噴射を行い、停止クランク角が領域C及びDにあるときは、気筒1 2 bに燃料噴射を行う。

[0054] エンジン 10 の再始動時、高圧燃料分配管 54 の燃圧が閾値に達せず、エンジン停止時の停止クランク角が領域 A にあるときは、気筒 12 d に燃料噴射を行い、停止クランク角が領域 B 及び C にあるときは、気筒 12 b に燃料噴射を行い、停止クランク角が領域 D にあるときは、気筒 12 a に燃料噴射を行う。要は、高圧燃料分配管 54 に残留した燃料の燃圧に応じて供給可能な気筒を選定して供給する。

[0055] 本実施形態によれば、アイドルストップ条件が解除され、エンジン 10 を再始動させる時、高圧燃料分配管 54 に残留している燃料をその燃圧を利用して気筒に噴射し、気筒に供給される吸気量を抑えつつ、噴射された燃料の冷却作用で気筒内を冷却できるので、ノッキングの発生を防止できる。これによって、始動直後のドライバビリティや NVH の悪化を防止できると共に、排ガス性状の悪化を防止できる。

[0056] また、吸気通路インジェクタ 46 からの燃料噴射でなく、筒内インジェクタ 44 からの燃料噴射であるため、自動再始動時の燃料増量を低く抑えることができる。即ち、自動再始動時に吸気通路インジェクタ 46 の噴射を用いる場合、吸気マニホールド 14 の圧力が大気圧に近い状態になることで吸気ポート等に付着する燃料が多くなる。従って、自動再始動する際に吸気通路インジェクタ 46 から噴射する場合は、筒内に供給する燃料量を確保するため、筒内インジェクタ 44 からの噴射に比べ多くの燃料量が必要になる。

一方、筒内インジェクタ 44 からの噴射であれば、吸気ポート等に付着する燃料を考慮しなくて良い。従って、吸気通路インジェクタ 46 の噴射に比べより少ない燃料量で自動再始動が可能であり、燃料消費（燃費）を抑えることができる。

[0057] さらに、低圧燃料ポンプ 40 及び高圧燃料ポンプ 50 の稼働を待つことなく、選定された気筒に残留燃料を供給できるので、迅速な再始動が可能となるとともに、この間低圧燃料ポンプ 40 及び高圧燃料ポンプ 50 が稼働されないため、ポンプ駆動フリクションを低減でき、これによって、始動時に必要な燃焼圧を低く抑えることで、燃焼に必要な燃料量を削減でき燃費を抑制で

きる。

[0058] また、回転数センサ37で燃焼サイクルの回数を計測し、燃焼サイクルの回数が設定された回数に達し、かつ吸気圧センサ24でサージタンク22の圧力を計測し、吸気圧センサ24の計測値が閾値以下となった後、低圧燃料分配管48からの燃料噴射に切り替えるので、吸気マニホールド14の圧力が大気圧状態から負圧に変化し、吸気通路インジェクタ46から噴射された燃料の霧化が促進される環境が成立した際に、吸気通路インジェクタ46からの噴射を開始できる。

[0059] これにより、吸気通路インジェクタ46から噴射された燃料が液滴状態で気筒内に供給されることで燃焼が悪化し、排ガスが悪化することを防止できると共に、燃焼悪化による始動時のノック発生および燃焼圧が変動することによるNVH悪化を抑制できる。また、気筒内で圧縮圧力が増加してノッキングが発生するおそれがなくなる。さらに、燃圧センサ56及び吸気圧センサ24の2つの計測値に基づいて切替えタイミングを設定しているので、ノッキングの発生を防止可能な切替えタイミングを最適化できる。

[0060] また、燃圧センサ56の計測値に閾値を設定し、該計測値が該閾値以上のとき、停止クランク角が圧縮行程にある気筒に燃料を噴射させることで、すぐに燃焼行程に移行でき、迅速な再始動が可能になる。

また、該計測値が該閾値に達しないときは、筒内圧が低い吸気行程後半又は圧縮行程前半の気筒に燃料を噴射させることで、燃圧が低い場合でも、気筒内への燃料噴射が容易になる。

[0061] なお、第1実施形態では、S30で燃料噴射を筒内インジェクタ44から吸気通路インジェクタ46に切り換えるようにしているが、S30で筒内インジェクタ44からの燃料噴射を止めることなく、筒内インジェクタ44及び吸気通路インジェクタ46の両方から燃料噴射を行うようにしてもよい。これによって、再始動を確実に行うことができる。

[0062] (実施形態2)

次に、本発明の第2実施形態を図6により説明する。本実施形態は、前記

第1実施形態において、S24の後で、吸気温センサ26で吸気温度を計測し、この計測値に応じて、筒内インジェクタ44から吸気通路インジェクタ46に切り換える燃焼サイクル数（行程数）を可変させている（S25）。その他の動作手順（S10～24及びS26～S32）は第1実施形態と同一である。また、エンジン及びECU等の装置構成及びアイドルストップ解除の他の動作手順は第1実施形態と同一である。

[0063] 本実施形態では、S25において、吸気温センサ26で吸気マニホールド14を通る吸気の温度を計測し、該吸気温度によって筒内インジェクタ44から吸気通路インジェクタ46に切り換える燃焼サイクル数（行程数）を可変させている。即ち、吸気温度が高いほど始動時のノッキングは発生しやすく、吸気通路インジェクタ46から噴射させる際の燃焼においてノッキングが発生する確率が高くなる。そこで、計測した吸気温度に応じて、燃焼サイクル行程数を例えば6～10燃焼サイクルに増加させて、筒内インジェクタ44からの噴射による筒内冷却作用を得た後に、吸気通路インジェクタ46から噴射を開始している。

[0064] 本実施形態によれば、S25を加えたことで、第1実施形態で得られる作用効果に加えて、再始動時のノッキングの発生をさらに精度良く防止できる。

[0065] （実施形態3）

次に、本発明の第3実施形態を図7、及び図4、5により説明する。

アイドルストップ条件が成立し、アイドルストップ・スタート部68によってエンジン10が停止し、その後、アイドルストップ条件が解除されたとき、燃料噴射制御部70の制御によってエンジン10が再始動する動作手順を説明する。

図7において、まず、クランク角センサ36により、各気筒12a～12dが停止状態にあるときのクランク角を計測する（S40）。図4に、クランク角と各気筒12a～12d（直列4気筒）の燃焼サイクル中の行程との相

関係を示す。点火順序は、12a、12c、12d、12bの順で点火される。

[0066] 次に、燃料噴射制御部70で、燃圧センサ56で計測された高圧燃料分配管54の燃圧（エンジン再始動時の燃圧）が、予め設定された第1の閾値以上かどうかを判定する（S42）。第1の閾値は、圧縮行程の領域で停止した気筒に高圧燃料分配管54から燃料を噴射できる燃圧を目安に設定する。燃圧センサ56の計測値が第1の閾値以上であれば、圧縮行程でピストン28が停止した第1の気筒を選定し、この第1の気筒に高圧燃料分配管54に残留している燃料をその燃圧を利用して筒内インジェクタ44から噴射させる（S44→S52）。

[0067] 燃圧センサ56の計測値が第1の閾値に達せず、かつ第1の閾値より低圧の第2の閾値以上であれば（S46）、吸気行程後半又は圧縮行程前半の領域でピストン28が停止した第2の気筒を選定する（S48）。この第2の気筒に筒内インジェクタ44から、高圧燃料分配管54に残留している燃料をその燃圧を利用して噴射する（S52）。第2の閾値は、第1の閾値より低い燃圧で、吸気行程後半又は圧縮行程前半の領域で停止した気筒に燃料を噴射可能な燃圧を目安に設定される。

[0068] 燃圧センサ56の計測値が第2の閾値に達していなければ、吸気行程直前又は吸気行程前半の領域で停止した第3の気筒を選定し、第3の気筒の吸気通路に低圧燃料分配管48から吸気通路インジェクタ46を介して燃料を供給する（S50）。これら気筒の選定は気筒選定部73によって行われる。

なお、別な制御方法として、高圧燃料分配管54からの第2の気筒への燃料噴射と、低圧燃料分配管48からの第3の気筒の吸気通路への燃料噴射とを併用してもよい。この場合、燃料噴射量の比率は低圧燃料分配管48からの燃料噴射量を高圧燃料分配管54からの燃料噴射量より多くする。例えば、低圧燃料分配管48からの燃料噴射量と高圧燃料分配管54からの燃料噴射量との比率を6：4又は7：3とする。

[0069] 次に、ECU60の指令を受けてスタータ34が稼働し、クランク軸32

を回転させてクランキングを開始する(S 5 4)。クランキングの開始と連動して、また、ECU 6 0の指令によってリレー6 4がオンとなり、低圧燃料ポンプ4 0に車載バッテリー5 8の電力が供給され、低圧燃料ポンプ4 0が稼働を開始する。クランキングの開始と同時に、クランク軸3 2と連動してカム機構5 2が作動し、カム機構5 2と連動して吸気弁1 8及び排気弁2 0が作動すると共に、高圧燃料ポンプ5 0が稼働を開始する(S 5 6)。

そして、前記工程とほとんど同時に、ECU 6 0の指令で点火プラグ6 6が作動し、S 5 2で気筒内に噴射された燃料が点火され、燃焼行程が開始される(S 5 8)。S 5 4からS 5 8までの工程は極めて短時間に行われる。

[0070] 低圧燃料ポンプ4 0及び高圧燃料ポンプ5 0が作動した後は、ECU 6 0の指令で、燃料タンク3 8から供給される燃料が高圧燃料分配管5 4から筒内インジェクタ4 4を介して各気筒1 2 a~1 2 dに噴射される。回転数センサ3 7によって再始動後の燃焼サイクルの回数が計測され、設定された回数だけ、例えば2~5回燃焼サイクルが行われる(S 6 0)。そして、吸気圧センサ2 4の計測値が閾値まで低下したら(S 6 2)、ECU 6 0によって、高圧燃料分配管5 4からの燃料噴射を止め、低圧燃料分配管4 8からの燃料噴射に切り換え(S 6 4)、その後、高圧燃料ポンプ5 0の稼働を停止する(S 6 6)。

なお、高圧燃料分配管5 4の稼働を続行させ、高圧燃料分配管5 4からの燃料噴射と低圧燃料分配管4 8からの燃料噴射とを併用してもよい。

[0071] 図5を用いて、気筒選定部7 3によって行われる、再始動時に筒内インジェクタ4 4から燃料を噴射する気筒の選定方法を、具体的に説明する。エンジン1 0の再始動時、高圧燃料分配管5 4の燃圧が第1の閾値以上であり、エンジン停止時の停止クランク角が領域A及びBにあるときは、圧縮行程であっても気筒内に燃料を供給可能であるので、圧縮行程で停止した気筒1 2 dに燃料を噴射し、停止クランク角が領域C及びDにあるときは、気筒1 2 bに燃料を噴射する。

[0072] エンジン1 0の再始動時、高圧燃料分配管5 4の燃圧が第1の閾値に達せ

ず、かつ第2の閾値以上であり、エンジン停止時の停止クランク角が領域Aにあるときは、筒内圧が比較的低い圧縮行程前半領域で停止した気筒12dに燃料噴射を行い、停止クランク角が領域B及びCにあるときは、気筒12bに燃料噴射を行い、停止クランク角が領域Dにあるときは、気筒12aに燃料噴射を行う。要は、高圧燃料分配管54に残留した燃料の燃圧に応じて供給可能な気筒を選定して供給する。

[0073] 本実施形態によれば、アイドルストップ条件が解除され、エンジン10を再始動させる時、筒内インジェクタ44から高圧燃料分配管54に残留している燃料を噴射し、気筒に供給される吸気量を抑えつつ、噴射される燃料の冷却作用で気筒内を冷却できるので、ノッキングの発生を防止できる。これによって、始動直後のドライバビリティやNVHの悪化を防止できると共に、排ガス性状の悪化を防止できる。

[0074] また、吸気通路インジェクタ46からの燃料噴射でなく、筒内インジェクタ44からの燃料噴射であるため、自動再始動時の燃料増量を低く抑えることができる。即ち、自動再始動時に吸気通路インジェクタ46の噴射を用いる場合、吸気マニホールド14の圧力が大気圧に近い状態になることで、吸気ポート等に付着する燃料が多くなる。

従って、自動再始動する際に吸気通路インジェクタ46から噴射する場合は筒内に供給する燃料量を確保するため筒内インジェクタ44からの噴射にくらべ多くの燃料量が必要になる。

[0075] 一方、筒内インジェクタ44の噴射であれば、吸気ポート等に付着する燃料を考慮しなくて良い。そのため、吸気通路インジェクタ46の噴射にくらべより少ない燃料量で自動再始動が可能であり、燃料消費（燃費）を抑えることができる。

さらに、本実施形態では、低圧燃料ポンプ40及び高圧燃料ポンプ50の稼働を待つことなく、選定された気筒に残留燃料を供給できるので、迅速な再始動が可能となる。また、この間低圧燃料ポンプ40及び高圧燃料ポンプ50が稼働されないので、ポンプ駆動フリクションを低減でき、これによっ

て、始動時に必要な燃焼圧を低く抑えることで、燃焼に必要な燃料量を削減でき燃費を抑制できる。

[0076] また、エンジン 10 の再始動時、高圧燃料分配管 54 に残留した燃料の燃圧を計測し、その燃圧に応じて残留燃料を噴射可能な筒内圧を有する気筒を選定し、選定された気筒に残留燃料を噴射するようにしているので、燃圧が低いときでも気筒内への燃料噴射を確実に行うことができる。さらには、燃圧が高い場合、圧縮行程で停止した気筒に残留燃料を噴射することで、速やかに燃焼行程へ移行でき、迅速な再始動が可能となる。

[0077] また、残留燃料を噴射する気筒を選定する際に、燃圧の閾値を 2 段階に設定し、燃圧に応じて木目細かく気筒を選定するようにしているので、気筒への燃料噴射を一層確実に行うことができる。さらに、第 2 の閾値に達しない燃圧の場合に、吸気行程直前又は吸気行程前半の領域で停止した気筒に低圧燃料供給管 42 から燃料を噴射し、クランキングを開始した該気筒の吸引作用を利用して吸気通路に供給した燃料を該気筒内へ燃料を確実に注入できる。

[0078] また、第 2 の閾値に達しない燃圧の場合に、吸気通路への燃料噴射と共に、吸気行程後半又は圧縮行程前半の領域で停止した気筒への燃料直噴を併用し、少量の燃料を該気筒に噴射させることで、高圧燃料分配管 54 に残留した燃料の燃圧が低い場合でも気筒内への燃料噴射が可能になる。このように、両燃料供給路から燃料を噴射させることで、燃料の着火を確実にを行い、迅速な再始動が可能となる。

さらに、両燃料供給路から噴射される燃料噴射量の比率は、高圧燃料分配管 54 からの燃料噴射量より低圧燃料供給管 42 からの燃料噴射量を多くすることで、高圧燃料分配管 54 からの燃料噴射量を少量にできる。これによって、高圧燃料分配管 54 の燃圧が低くても、該気筒への燃料噴射を容易かつ確実に行うことができる。

[0079] また、回転数センサ 37 で燃焼サイクルの回数を計測し、燃焼サイクルの回数が設定された回数に達し、かつ吸気圧センサ 24 でサージタンク 22 の

圧力を計測し、吸気圧センサ 24 の計測値が閾値以下となったときに、燃料噴射を高圧燃料分配管 54 から低圧燃料供給管 42 に切り替えるようにしているため、気筒内で圧縮圧力の増加に起因したノッキングの発生を防止可能な切替えタイミングを最適化できる。

[0080] (実施形態 4)

次に、本発明の第 4 実施形態を図 8、9 により説明する。

アイドルストップ条件が成立し、アイドルストップ・スタート部 68 によってエンジン 10 が停止する動作手順を、図 8 により説明する。

図 8 において、アイドルストップ条件が成立したとき (S70)、まず、高圧燃料分配管 54 の燃圧が閾値以上か否かを判定する (S72)。前記閾値は、アイドルストップ条件が解除され、再始動の条件が成立し、エンジン 10 が再始動するとき、高圧燃料分配管 54 から各気筒 12a~12d に燃料を噴射可能かどうかを目安にして設定される。

[0081] 高圧燃料分配管 54 の燃圧が閾値以上であるとき、燃料噴射制御部 70 により直ちに低圧燃料ポンプ 40 及び高圧燃料ポンプ 50 を停止させ、各気筒 12a~12d への燃料供給を停止させる (S74)。これにより高圧燃料ポンプ 50 を稼動 (作動) させることによって発生するフリクションを低減することができる。そして、アイドルストップ・スタート部 68 によりエンジン 10 の稼動を停止させる (S82)。

高圧燃料分配管 54 の燃圧が閾値に達していないとき (S72)、エンジン 10 が吸気通路インジェクタ 46 から燃料を噴射する運転状態にあるなら (S76)、さらに、高圧燃料ポンプ 50 を駆動させる (S78)。この操作で高圧燃料分配管 54 の燃圧を上昇させる。

[0082] 図 9 に示すように、本実施形態では、低回転及び低負荷領域では吸気通路インジェクタ 46 からの燃料噴射を行い、高回転及び高負荷領域になると筒内インジェクタ 44 からの噴射を開始するようにした。これにより低負荷領域での運転では高圧燃料ポンプ 50 を作動させず低負荷領域でのフリクションを低減することができる一方で、高負荷領域では筒内インジェクタ 44 に

よる筒内冷却効果を利用できる。

なお、高回転及び高負荷領域において、低回転及び低負荷領域近くでは吸気通路インジェクタ４６の燃料噴射量と筒内インジェクタ４４に燃料噴射量との比率は変えず、そこから高負荷領域に移行するにつれて筒内インジェクタ４４の燃料噴射量を増加させるようにしている。

[0083] 本実施形態では、例えば、図示しない触媒昇温時や、自動再始動時は低負荷であっても筒内インジェクタ４４からの噴射を行うこととした。この場合に、アイドルストップ条件が成立した場合かつ高圧燃料分配管５４の燃圧が閾値に達していないとき（Ｓ７２）は、吸気通路インジェクタ４６のみによる噴射か否か判定したのち（Ｓ７６）、吸気通路インジェクタ４６のみによる燃料噴射でない場合は筒内インジェクタ４４からの燃料噴射を停止し、吸気通路インジェクタ４６からの燃料噴射に切り換える（Ｓ８０）。このように、高圧燃料ポンプ５０の稼動（作動）と共に、筒内インジェクタ４４から燃料を噴射させずに、吸気通路インジェクタ４６からの燃料噴射運転に切り換えることで、高圧燃料分配管５４の燃圧を急速に昇圧できる。

[0084] かかる操作で高圧燃料分配管５４の燃圧を上昇させることで、高圧燃料分配管５４の燃圧が閾値以上になったら、各気筒１２ａ～１２ｄへの燃料供給を停止させ（Ｓ７４）、アイドルストップ・スタート部６８によりエンジン１０の稼動を停止させる（Ｓ８２）。

高圧燃料ポンプ５０は、カム機構５２を介してクランク軸３２と連動する。そのため、エンジン１０が停止した後、クランク軸３２の慣性による回転で高圧燃料ポンプ５０を連動させる（Ｓ８４）。これによって、高圧燃料分配管５４の燃圧をさらに上昇させることができる。

[0085] アイドルストップ条件が解除され、アクセル操作やハンドル操作等が行われ、再始動条件が成立したとき、気筒１２ａ～１２ｄのうち、気筒選定部７２、または７３により圧縮行程にある気筒を選定する（Ｓ８６）。そして、選定した気筒に筒内インジェクタ４４から燃料を噴射する。こうして、順々に圧縮行程にある気筒に燃料を噴射することでエンジン１０を再始動させる

(S 8 8)。

- [0086] 本実施形態によれば、アイドルストップによりエンジンが停止する前に、高圧燃料分配管 5 4 の燃圧を前記閾値以上に高めておくことで、再始動時の初爆から数回の燃焼サイクルが行われるまでの間は、高圧燃料分配管 5 4 に残留している燃料を気筒内に噴射するので、気筒に供給される吸気量を抑えつつ、噴射された燃料で気筒内を冷却することができる。
- [0087] そのため、気筒内の圧縮圧力の増加をなくし、ノッキングの発生を防止できるので、始動直後のドライバビリティやNVHの悪化及び排ガス性状の悪化を防止できる。また、再始動時に吸気マニホールド 1 4 からではなく、高圧燃料分配管 5 4 から燃料を噴射することで、空燃比を低く抑えることができるので、着火性能を向上できる。さらに、エンジン 1 0 の再始動時、低圧燃料ポンプ 4 0 及び高圧燃料ポンプ 5 0 の稼動を待つことなく気筒内へ燃料を噴射できるので、迅速始動が可能になると共に、この間低圧燃料ポンプ 4 0 及び高圧燃料ポンプ 5 0 が稼動されないので、ポンプ駆動フリクションを低減でき、これによって燃費を低減できる。
- [0088] また、アイドルストップ条件の成立後、高圧燃料分配管 5 4 の燃圧が閾値に達していないとき、基本的に低圧燃料ポンプ 4 0 の駆動により、高圧燃料分配管 5 4 の燃圧を上昇させるようにしているので、高圧燃料分配管 5 4 の燃圧を効率良く増加できると共に、高圧燃料ポンプ 5 0 を稼動させないので、ポンプ駆動フリクションを低減でき、これによって燃費を抑制できる。
- [0089] また、アイドルストップ条件の成立後、燃圧センサ 5 6 の計測値が前記閾値に達していないとき、低圧燃料ポンプ 4 0 が稼動中なら、高圧燃料ポンプ 5 0 を追加稼動させることで、高圧燃料分配管 5 4 の燃圧を容易に上昇できる。また、低圧燃料ポンプ 4 0 が稼動中でなければ、高圧燃料ポンプ 5 0 の稼動と共に、筒内インジェクタ 4 4 から燃料を噴射させずに、吸気通路インジェクタ 4 6 からの燃料噴射運転に切り換えることで、高圧燃料分配管 5 4 の燃圧を急速に高めることができる。
- [0090] また、再始動時圧縮行程にある気筒に燃料を噴射させることで、さらに迅

速な再始動が可能になる。そのため、ノッキングをさらに有効に回避でき、始動直後のNVHを回避できる。

さらに、エンジン10の低回転及び低負荷領域（領域A）で、吸気通路インジェクタ46から燃料噴射させる運転を行うことで、燃料と吸気との混合が均一に行われ、良好な燃焼を維持できる。また、領域Aでの運転で高圧燃料ポンプ50を作動させないため、ポンプ駆動フリクションを低減できる。

[0091] さらに、エンジン10の停止後も、クランク軸32の慣性による回転で高圧燃料ポンプ50を連動させることで、高圧燃料分配管54の燃圧をさらに上昇できると共に、ポンプ動力を節減できる。

### 産業上の利用可能性

[0092] 本発明の少なくとも一実施形態によれば、車両用内燃機関において、アイドルストップ後の迅速な再始動と、再始動時にノッキングの発生をなくすことで、始動直後のドライバビリティやNVHの悪化を防止すると共に、排ガス性状の悪化を防止できるため、アイドルストップ・スタート機構が搭載された車両に適している。

### 符号の説明

[0093]	10	ガソリン駆動エンジン
	12 a、12 b、12 c、12 d	気筒
	14	吸気マニホールド
	16	排気マニホールド
	18	吸気弁
	20	排気弁
	22	サージタンク
	24	吸気圧センサ
	26	吸気温センサ
	28	ピストン
	30	クランク室
	32	クランク軸

34	スタータ
36	クランク角センサ
37	回転数センサ
38	燃料タンク
40	低圧燃料ポンプ
42	低圧燃料供給管（第2燃料噴
射手段）	
44	筒内インジェクタ
46	吸気通路インジェクタ
48	低圧燃料分配管（第2燃料噴
射手段）	
50	高圧燃料ポンプ
52	カム機構
53	高圧燃料供給管（第1燃料噴
射手段）	
54	高圧燃料分配管（第1燃料噴
射手段）	
56	燃圧センサ
58	車載バッテリー
60	ECU
62	イグニッション・スイッチ
64	リレー
66	点火プラグ
68	アイドルストップ・スタート
部（自動再始動手段）	
70	燃料噴射制御部
72、73	気筒選定部
c	燃焼室



## 請求の範囲

- [請求項1] 内燃機関の気筒内に燃料を噴射する第1燃料噴射手段と、  
前記内燃機関の吸気通路に燃料を噴射する第2燃料噴射手段と、  
前記内燃機関を自動で再始動させる自動再始動手段と、  
を有する内燃機関の燃料噴射装置において、  
前記内燃機関の自動再始動時に前記第1燃料噴射手段に残留している燃料をクランク軸の回転が開始される前に噴射させて前記内燃機関を自動再始動させるとともに、所定条件が成立すると前記第2燃料噴射手段から燃料噴射を開始させる燃料噴射制御手段とを備えることを特徴とする内燃機関の燃料噴射装置。
- [請求項2] 前記内燃機関は、  
クランク角を計測し前記内燃機関の行程を検知するクランク角センサをさらに備え、  
前記所定条件には、前記内燃機関の再始動後、所定行程数経過したことが検知されたことが含まれることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の燃料噴射装置。
- [請求項3] 前記内燃機関は、  
前記吸気通路の吸気圧力を計測する吸気圧センサをさらに備え、  
前記所定条件には前記吸気圧センサの検出値が所定吸気圧力値以下であることが含まれることを特徴とする請求項2に記載の内燃機関の燃料噴射装置。
- [請求項4] 前記内燃機関は、  
前記吸気通路の吸気の温度を計測する吸気温センサをさらに備え、  
前記燃料噴射制御手段は、前記吸気温センサの検出結果に応じて、前記所定行程数を可変させて前記第2燃料噴射手段からの燃料噴射を開始させるものであることを特徴とする請求項3に記載の内燃機関の燃料噴射装置。
- [請求項5] 前記内燃機関は、

前記第 1 の燃料噴射手段に供給される燃料の圧力を計測する燃圧センサをさらに備え、

前記燃料噴射制御手段は、前記燃圧センサの計測値に応じて前記第 1 燃料噴射手段に残留した燃料を噴射可能な筒内圧を有する気筒を選定し、該選定した気筒に前記第 1 燃料噴射手段に残留した燃料を噴射させることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の燃料噴射装置。

[請求項6]

前記燃料噴射制御手段は、

前記第 1 燃料噴射手段の燃料圧力が第 1 の閾値以上であるとき、圧縮行程で停止した第 1 の気筒を選定し、

前記第 1 燃料噴射手段の燃料圧力が前記第 1 の閾値より低圧の第 2 の閾値以上であるとき、吸気行程又は圧縮行程前半の領域で停止した第 2 の気筒を選定し、

前記第 1 噴射手段の燃料圧力が前記第 2 の閾値未満のとき、吸気行程直前又は吸気行程前半の領域で停止した第 3 の気筒を選定し、

前記燃料噴射制御手段は、前記燃圧センサにより検出された前記残留している燃料の燃圧が前記第 1 の閾値以上の場合には、前記第 1 燃料噴射手段から燃料噴射を前記第 1 気筒から開始させることを特徴とする請求項 5 に記載の内燃機関の燃料噴射装置。

[請求項7]

所定の条件が成立すると前記内燃機関を自動で停止する自動停止手段と、前記第 1 燃料噴射手段に燃料を送る高圧燃料ポンプと、をさらに備え、

前記燃料噴射制御手段は、前記第 2 燃料噴射手段により前記内燃機関を運転中に前記自動停止の所定の条件が成立した際は、前記自動停止手段によって前記内燃機関が停止する前に、前記高圧燃料ポンプを作動させ前記第 1 燃料噴射手段に残留する燃料圧力を高めることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の車両に搭載される内燃機関の燃料噴射装置。

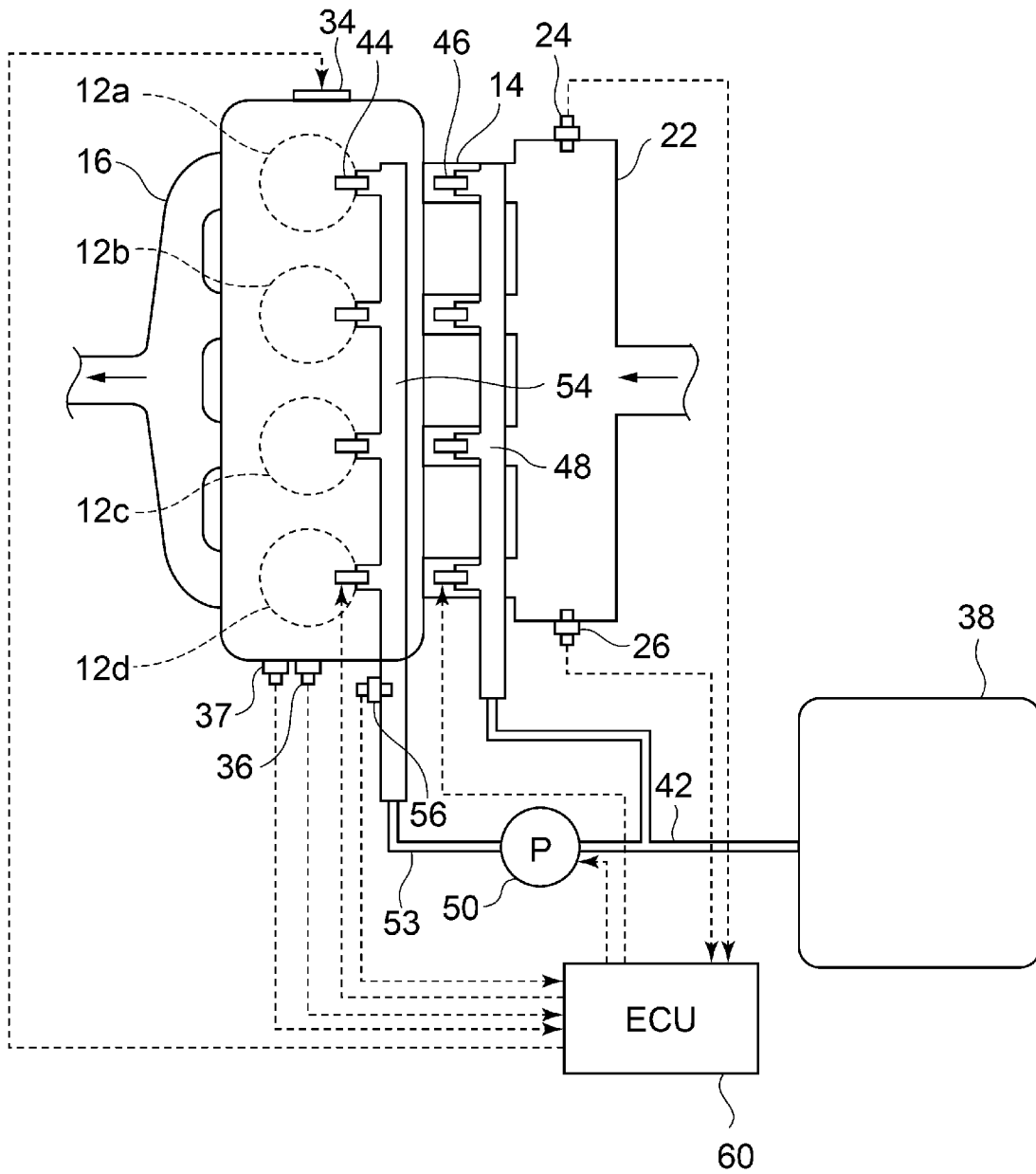
[請求項8] 前記燃圧センサの計測値が所定圧力値以上の際に、前記第2燃料噴射手段を停止し、前記内燃機関を停止させ、

前記燃圧センサの計測値が前記所定圧力値未満の場合は、前記内燃機関の回転が停止するまで前記高圧燃料ポンプを作動させることを特徴とする請求項7に記載の車両に搭載される内燃機関の燃料噴射装置。

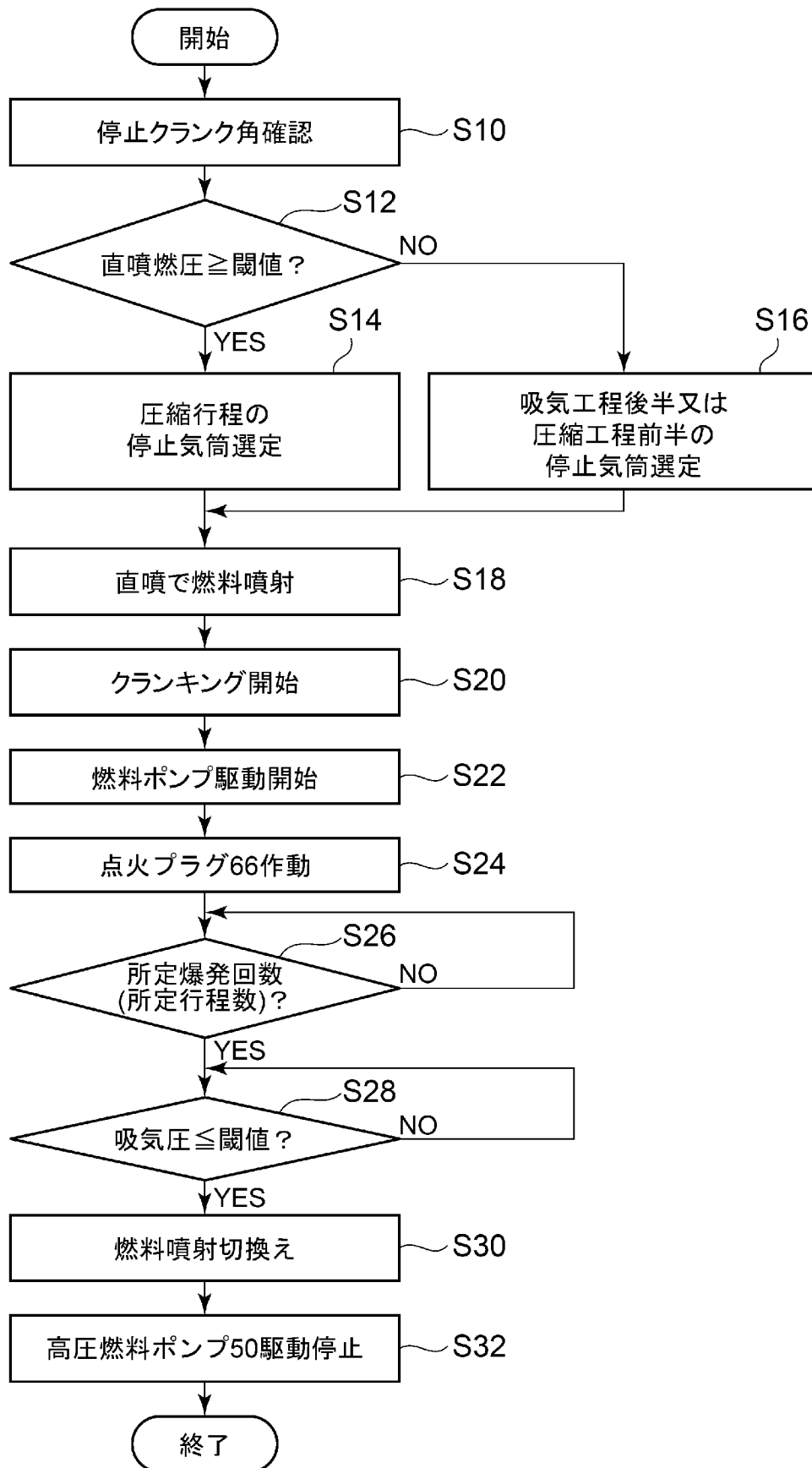
[請求項9] 前記燃料噴射制御手段は、前記内燃機関が低負荷時に前記第2燃料噴射手段を用いて運転することを特徴とする請求項1から8のいずれか1項に記載の内燃機関の燃料噴射装置。



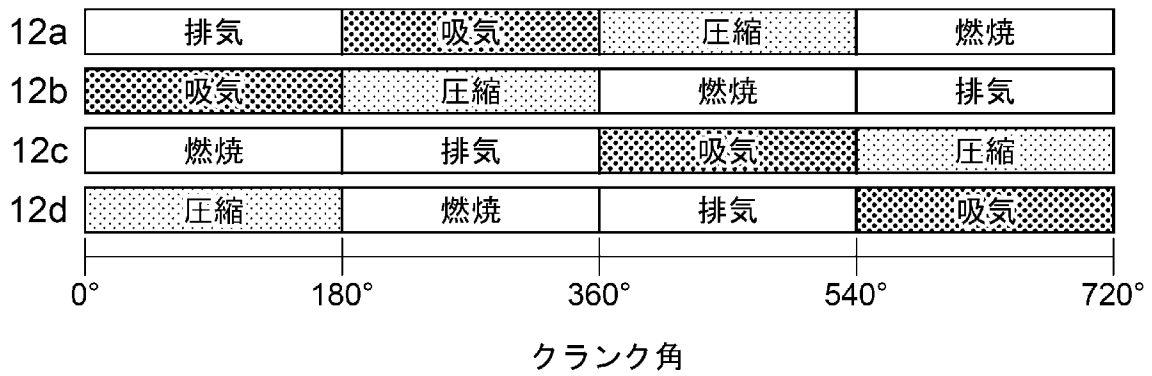
[図2]



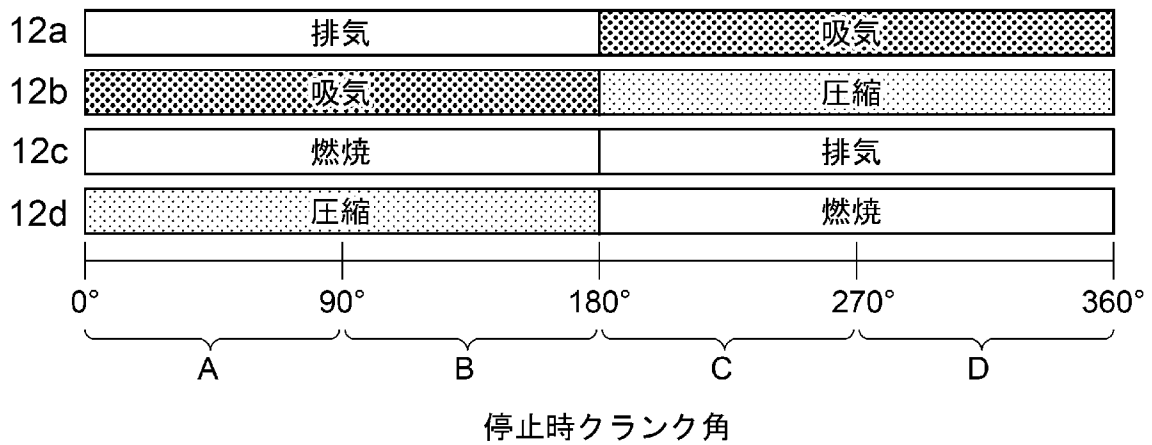
[図3]



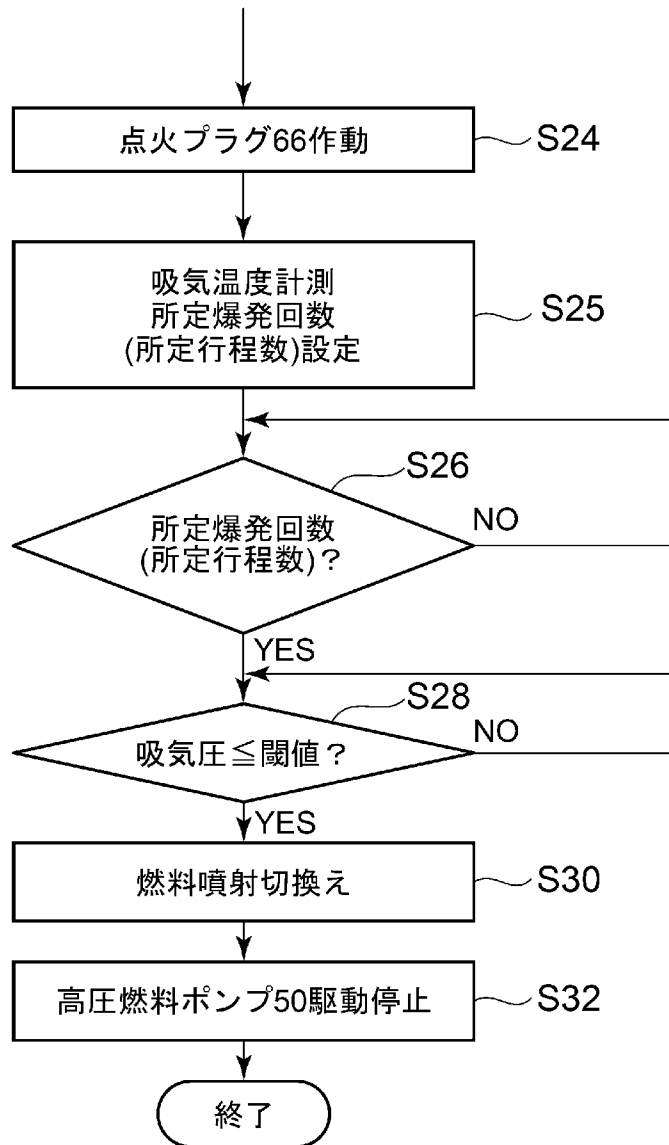
[図4]



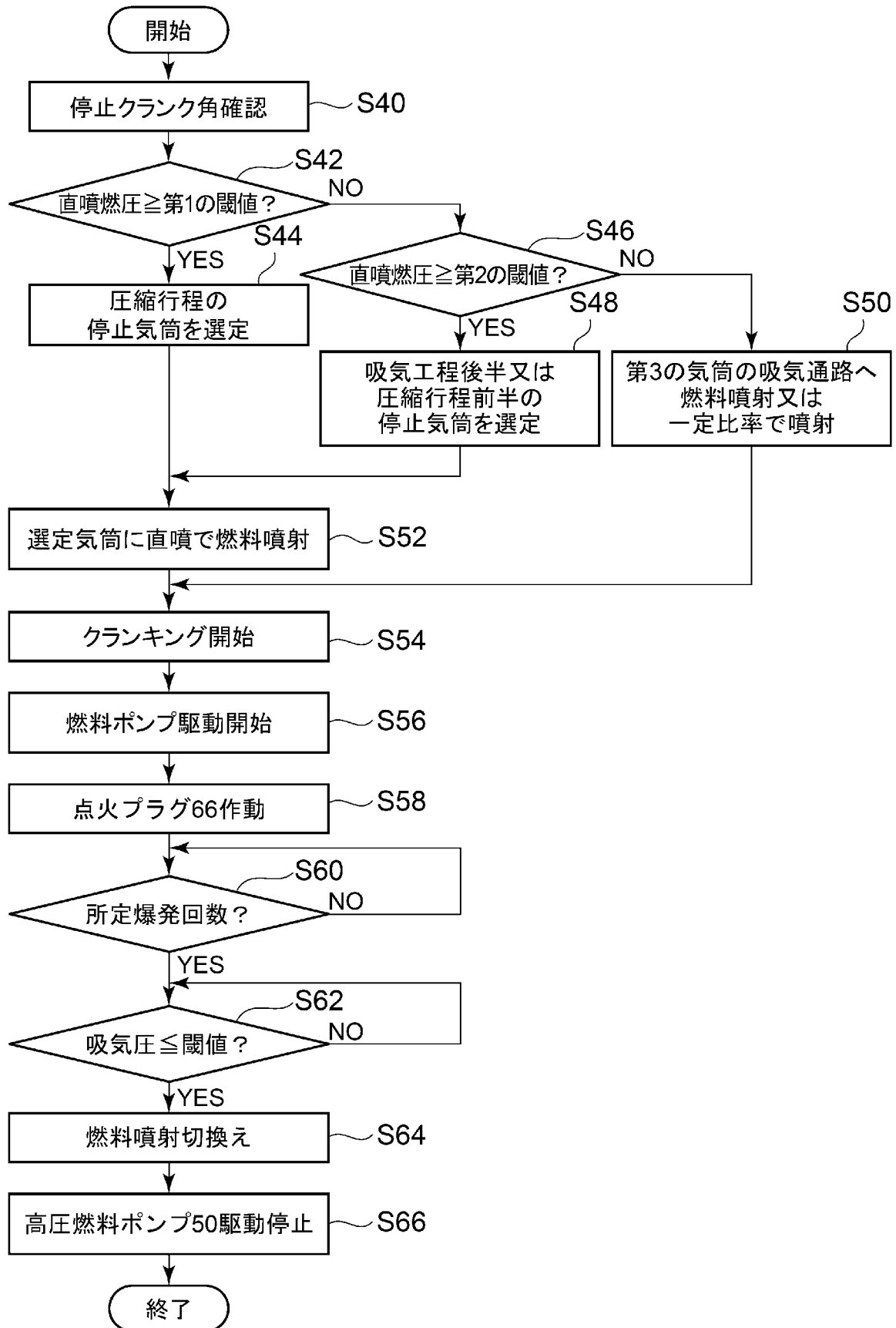
[図5]



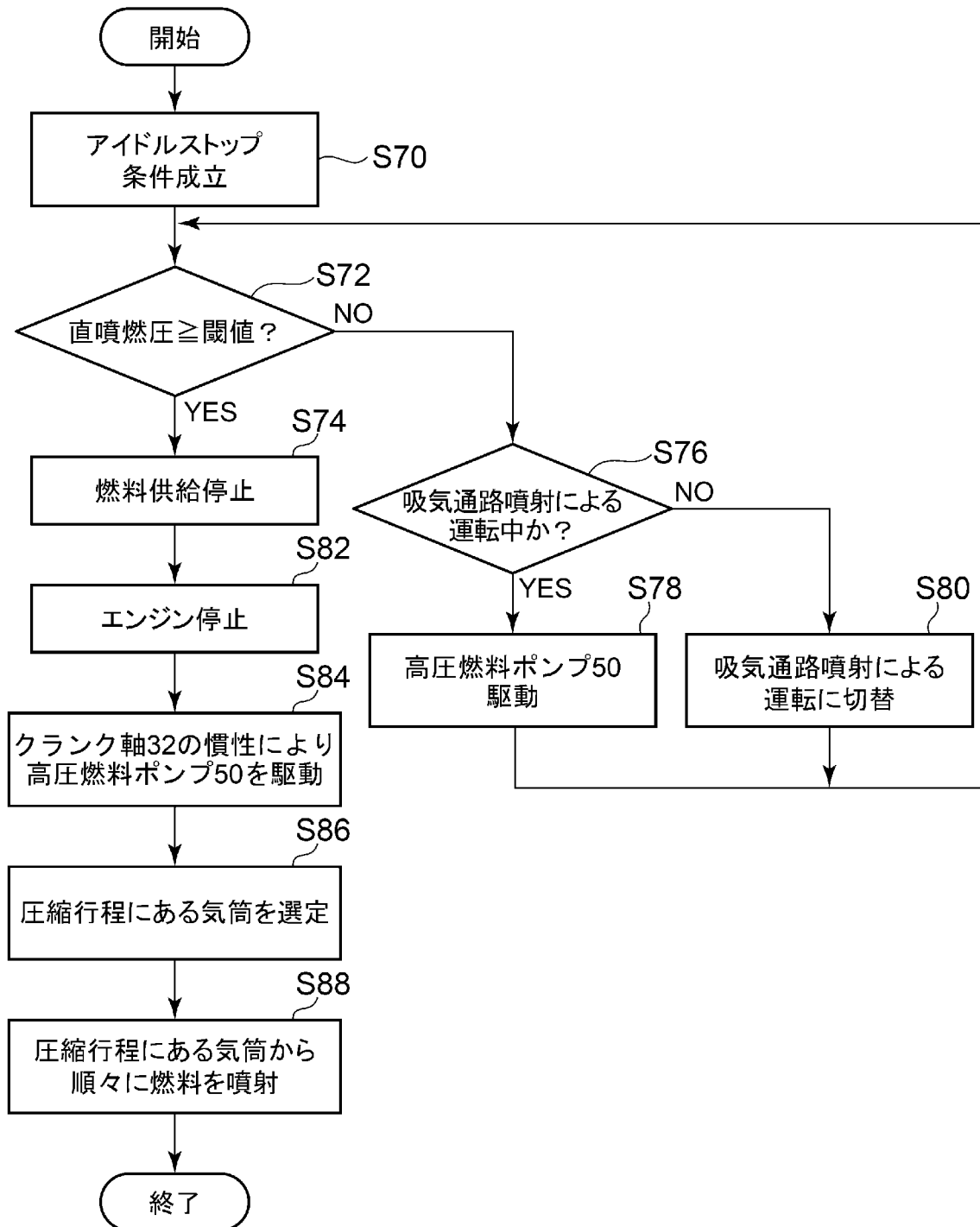
[図6]



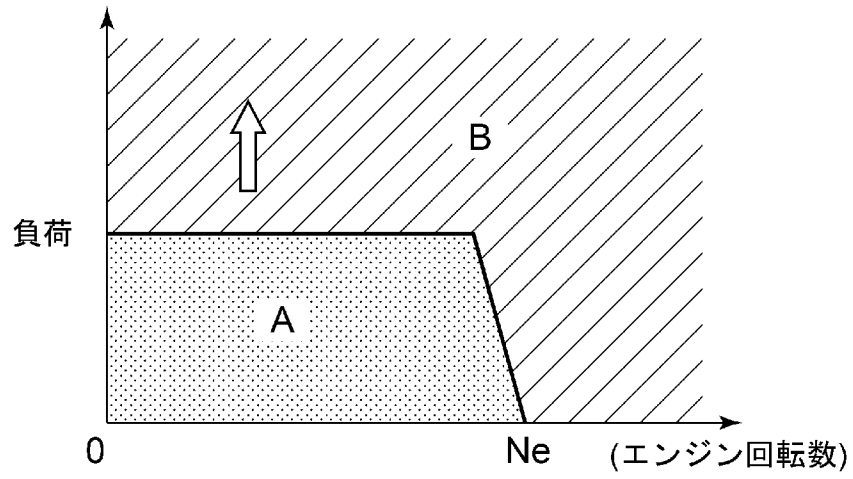
[図7]



[図8]



[図9]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2015/058783

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
*F02D17/00(2006.01)i, F02D41/06(2006.01)i, F02D41/34(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)  
*F02D17/00, F02D41/06, F02D41/34, 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.
X Y A	JP 2006-258032 A (Toyota Motor Corp.), 28 September 2006 (28.09.2006), claim 1; paragraph [0012]; fig. 1, 14, 16 & US 2006/0207567 A1 & US 2007/0289577 A1 & WO 2006/100971 A1 & EP 2098711 A1 & CN 101091050 A & CN 101532443 A	1-2 9 3-8
X Y A	JP 2008-240620 A (Toyota Motor Corp.), 09 October 2008 (09.10.2008), claim 2; paragraph [0052] (Family: none)	1-2 9 3-8
Y A	JP 2011-220184 A (Toyota Motor Corp.), 04 November 2011 (04.11.2011), claim 2; paragraphs [0008], [0020]; fig. 1, 3 (Family: none)	9 1-8

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 04 June 2015 (04.06.15)	Date of mailing of the international search report 16 June 2015 (16.06.15)
--	---

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/JP2015/058783

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 2010-229995 A (Toyota Motor Corp.), 14 October 2010 (14.10.2010), abstract; claim 1; fig. 1, 4 (Family: none)	1-9
A	JP 2006-144804 A (Toyota Motor Corp.), 08 June 2006 (08.06.2006), abstract; claims 1 to 2; carrying-out modes 9 to 10 (paragraphs [0087] to [0100]); fig. 16 to 17 & JP 2003-83127 A	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. F02D17/00(2006.01)i, F02D41/06(2006.01)i, F02D41/34(2006.01)i, F02D45/00(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. F02D17/00, F02D41/06, F02D41/34, 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
X Y A	JP 2006-258032 A（トヨタ自動車株式会社）2006.09.28, 請求項1、 段落0012、図1, 14, 16 & US 2006/0207567 A1 & US 2007/0289577 A1 & WO 2006/100971 A1 & EP 2098711 A1 & CN 101091050 A & CN 101532443 A	1-2 9 3-8
X Y A	JP 2008-240620 A（トヨタ自動車株式会社）2008.10.09, 請求項2、 段落0052（ファミリーなし）	1-2 9 3-8
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</span>		
* 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 04.06.2015	国際調査報告の発送日 16.06.2015	
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） 戸田 耕太郎 電話番号 03-3581-1101 内線 3395	3Z 9329

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
Y A	JP 2011-220184 A (トヨタ自動車株式会社) 2011.11.04, 請求項2、 段落0008, 0020、図1, 3 (ファミリーなし)	9 1-8
A	JP 2010-229995 A (トヨタ自動車株式会社) 2010.10.14, 要約、請 求項1、図1, 4 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2006-144804 A (トヨタ自動車株式会社) 2006.06.08, 要約、請 求項1-2、実施の形態9-10 (段落0087-0100)、図1 6-17 & JP 2003-83127 A	1-9