

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-145752

(P2017-145752A)

(43) 公開日 平成29年8月24日(2017.8.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2D 41/06 (2006.01)	FO2D 41/06 345	3G301
FO2D 41/34 (2006.01)	FO2D 41/34 H	3G384
FO2D 43/00 (2006.01)	FO2D 41/06 335Z	
	FO2D 43/00 301H	
	FO2D 43/00 301J	
審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 11 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2016-27936 (P2016-27936)
(22) 出願日 平成28年2月17日 (2016.2.17)

(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(74) 代理人 100100549
弁理士 川口 嘉之
(74) 代理人 100085006
弁理士 世良 和信
(74) 代理人 100113608
弁理士 平川 明
(74) 代理人 100123319
弁理士 関根 武彦
(74) 代理人 100123098
弁理士 今堀 克彦
(74) 代理人 100143797
弁理士 宮下 文徳

最終頁に続く

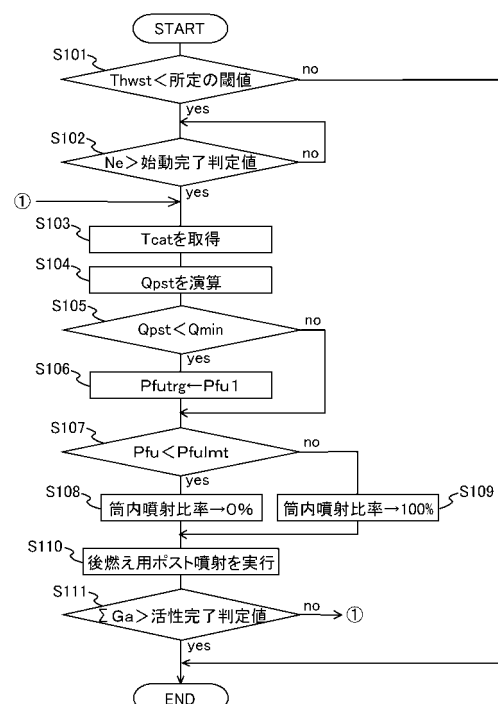
(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置

(57) 【要約】

【課題】本発明は、気筒内に燃料を噴射する燃料噴射弁と吸気通路内に燃料を噴射する燃料噴射弁と、を備えた内燃機関の制御装置において、未暖機状態の排気浄化触媒に到達する未燃燃料の量を少なく抑えつつ、該排気浄化触媒の暖機を図る。

【解決手段】本発明は、排気浄化触媒が未活性状態にあるときに、主噴射の燃料噴射量を混合気の空燃比が理論空燃比より高いリーン空燃比となるように制御し、且つ前記主噴射された燃料の燃焼後に前記第一燃料噴射弁から後燃え用ポスト噴射を行わせる内燃機関の制御装置において、前記後燃え用ポスト噴射の目標噴射量が前記第一燃料噴射弁の最小噴射量より少なければ、前記最小噴射量が前記ポスト噴射の目標噴射量以下となるように、前記第一燃料噴射弁に印加される燃料圧力を低下させ、且つ前記主噴射を前記第二燃料噴射弁から行わせるようにした。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関の気筒内に燃料を噴射する第一燃料噴射弁と、
前記内燃機関の吸気通路へ燃料を噴射する第二燃料噴射弁と、
前記内燃機関の排気通路に配置される排気浄化触媒と、
前記排気浄化触媒が未活性状態にあるときに、前記内燃機関の出力を発生させるための燃料噴射である主噴射の燃料噴射量を、混合気の空燃比が理論空燃比より高いリーン空燃比となるように制御し、且つ前記主噴射された燃料の燃焼後に前記第一燃料噴射弁から後燃え用のポスト噴射を行わせる制御手段と、
を備えた内燃機関の制御装置において、

10

前記制御手段は、前記後燃え用ポスト噴射の目標噴射量である目標ポスト噴射量が、前記排気浄化触媒が活性状態にあるときに前記第一燃料噴射弁に印加される燃料圧力における前記第一燃料噴射弁の最小開弁時間に対応する燃料噴射量である最小噴射量より少なければ、前記第一燃料噴射弁に印加される燃料圧力を、前記排気浄化触媒が活性状態にあるときに前記第一燃料噴射弁に印加される燃料圧力より低い燃料圧力まで低下させ、且つ前記第一燃料噴射弁に印加される燃料圧力を低下させる前の前記最小噴射量より少ない量の燃料を、前記後燃え用ポスト噴射で噴射させ、さらに前記主噴射を前記第二燃料噴射弁から行わせることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、1気筒あたりに、気筒内に燃料を噴射する燃料噴射弁と吸気通路内に燃料を噴射する燃料噴射弁と、を備えた内燃機関の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

気筒内に直接燃料を噴射する燃料噴射弁を備えた内燃機関において、該内燃機関の排気通路に配置される排気浄化触媒の暖機を促進させる方法として、吸気行程又は圧縮行程において混合気の空燃比がリーン空燃比となるように主噴射を行うとともに、膨張行程でポスト噴射を行うことにより、ポスト噴射された燃料を燃焼室内ないし排気通路内で燃焼（後燃え）させて、排気温度の上昇を図る方法が提案されている（例えば、特許文献1を参照）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2000-120471号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、ポスト噴射された燃料の後燃えを発生させるときは、排気浄化触媒が未活性状態にあるため、ポスト噴射された燃料が後燃えせずに未燃のまま排気浄化触媒に到達すると、その未燃燃料が排気浄化触媒で浄化されずに大気中に排出される可能性がある。このような事態を避けるためには、後燃えを目的としてポスト噴射される燃料量は、混合気の既燃ガスに含まれる残留酸素と反応し得る量に抑える必要がある。しかしながら、燃料噴射弁は、その構造上の制約により最小開弁時間が決まっており、その最小開弁時間より短い開弁時間で適量の燃料を噴射することが困難となる。そのため、既燃ガス中の残留酸素と酸化し得る量の燃料をポスト噴射するために必要となる開弁時間が、前記最小開弁時間より短くなると、既燃ガス中の残留酸素と酸化し得る量より多くの燃料をポスト噴射させざるを得ず、それによって排気浄化触媒に到達する未燃燃料の量が多くなってしまう可能性がある。

40

【0005】

50

本発明は、上記したような種々の実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、1気筒あたりに、気筒内に燃料を噴射する燃料噴射弁と吸気通路内に燃料を噴射する燃料噴射弁と、を備えた内燃機関の制御装置において、未活性状態の排気浄化触媒に到達する未燃燃料の量を少なく抑えつつ、該排気浄化触媒の暖機を図ることにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、上記した課題を解決するために、以下のような手段を採用した。すなわち、本発明は、内燃機関の気筒内に燃料を噴射する第一燃料噴射弁と、前記内燃機関の吸気通路へ燃料を噴射する第二燃料噴射弁と、前記内燃機関の排気通路に配置される排気浄化触媒と、前記排気浄化触媒が未活性状態にあるときに、前記内燃機関の出力を発生させるための燃料噴射である主噴射の燃料噴射量を、混合気の空燃比が理論空燃比より高いリーン空燃比となるように制御し、且つ前記主噴射された燃料の燃焼後に前記第一燃料噴射弁から後燃え用のポスト噴射を行わせる制御手段と、を備える内燃機関の制御装置である。そして、前記制御手段は、前記後燃え用ポスト噴射の目標噴射量が、前記排気浄化触媒が活性状態にあるときに前記第一燃料噴射弁に印加される燃料圧力における前記第一燃料噴射弁の最小開弁時間に対応する燃料噴射量である最小噴射量より少なければ、前記第一燃料噴射弁に印加される燃料圧力を、前記排気浄化触媒が活性状態にあるときに前記第一燃料噴射弁に印加される燃料圧力より低い燃料圧力まで低下させて、前記第一燃料噴射弁に印加される燃料圧力を低下させる前の前記最小噴射量より少ない量の燃料を、前記後燃え用ポスト噴射で噴射させ、且つ前記主噴射を前記第二燃料噴射弁から行わせるようにした。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、1気筒あたりに、気筒内に燃料を噴射する燃料噴射弁と吸気通路内に燃料を噴射する燃料噴射弁と、を備えた内燃機関の制御装置において、未暖機状態の排気浄化触媒に到達する未燃燃料の量を少なく抑えつつ、該排気浄化触媒の暖機を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明を適用する内燃機関の概略構成を示す図である。

【図2】最小開弁時間に第一燃料噴射弁から噴射される燃料量（最小噴射量 Q_{min} ）と第一デリバリパイプ内の燃料圧力 P_{fu} との相関を示す図である。

【図3】触媒暖機制御が実施される際にECUによって実行される処理ルーチンを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の具体的な実施形態について図面に基づいて説明する。本実施形態に記載される構成部品の寸法、材質、形状、相対配置等は、特に記載がない限り発明の技術的範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではない。

【0010】

図1は、本発明を適用する内燃機関の概略構成を示す図である。図1に示す内燃機関1は、複数の気筒2を有する4ストローク・サイクルの火花点火式内燃機関（ガソリンエンジン）である。なお、図1に示す例では、内燃機関1は、4つの気筒2を有しているが、これに限定されるものではない。例えば、内燃機関1の気筒数は、3つ以下であってもよく、又は5つ以上であってもよい。内燃機関1の各気筒2には、気筒2内へ直接燃料を噴射するための第一燃料噴射弁5と、気筒2内の燃料に点火するための点火プラグ20と、が設けられている。

【0011】

内燃機関1は、吸気通路3と排気通路4とに接続されている。吸気通路3は、大気中から取り込まれた新気（空気）を各気筒2へ導くための通路である。吸気通路3の途中には、スロットル弁30が取り付けられている。スロットル弁30は、吸気通路3の通路断面

積を変更することにより、内燃機関 1 へ吸入される空気量（吸入空気量）を調整する弁装置である。なお、図 1 に示す例では、スロットル弁 30 より下流の吸気通路 3 は、4 つの枝管に分岐され、各枝管が各気筒 2 に接続されている。吸気通路 3 の各枝管には、該枝管内又は吸気ポート内へ向けて燃料を噴射する第二燃料噴射弁 6 が取り付けられている。

【0012】

また、排気通路 4 は、内燃機関 1 の各気筒 2 から排出される既燃ガス（排気）を流通させるための通路である。排気通路 4 の途中には、排気中に含まれる所定成分を浄化するための排気浄化触媒 40 が配置されている。ここでいう排気浄化触媒 40 としては、三元触媒や NO_x 吸蔵還元型触媒等のように酸素吸蔵能（OSC）を備えた触媒を用いることができる。なお、排気浄化触媒 40 より上流の排気通路 4 には、該排気浄化触媒 40 へ流入する排気の空燃比を検出するための空燃比センサ 41 が取り付けられている。また、排気浄化触媒 40 より下流の排気通路 4 には、該排気浄化触媒 40 から流出する排気の温度を検出するための排気温度センサ 42 が取り付けられている。

【0013】

ここで、上記した 4 つの第一燃料噴射弁 5 は、第一デリバリパイプ 50 に接続されている。第一デリバリパイプ 50 は、第一燃料通路 51 を介して、第二燃料通路 61 の途中に接続されている。第二燃料通路 61 は、燃料タンク 63 に貯留されている燃料を汲み上げるためのフィードポンプ 62 と、該フィードポンプ 62 から供給される燃料を上記した 4 つの第二燃料噴射弁 6 に分配するための第二デリバリパイプ 60 と、を接続する通路である。第一燃料通路 51 の途中には、内燃機関 1 の図示しないカムシャフト又はクランクシャフトの動力を利用して、燃料を昇圧させるサプライポンプ 52 が取り付けられている。サプライポンプ 52 により昇圧された燃料は、第二燃料通路 61 を介して第一デリバリパイプ 50 に供給され、該第一デリバリパイプ 50 内に高圧な状態で蓄えられる。そして、第一デリバリパイプ 50 内の高圧燃料は、各気筒 2 の第一燃料噴射弁 5 が開弁されたときに、気筒 2 内へ噴射されることになる。一方、フィードポンプ 62 から第二燃料通路 61 を介して第二デリバリパイプ 60 に供給された燃料は、該第二デリバリパイプ 60 内に定圧な状態で蓄えられる。そして、第二デリバリパイプ 60 内の低圧燃料は、各気筒 2 の第二燃料噴射弁 6 が開弁されたときに、吸気通路 3 内又は吸気ポート内へ噴射される。なお、第一デリバリパイプ 50 には、該第一デリバリパイプ 50 内の燃料圧力を検出するための燃圧センサ 53 が取り付けられている。

【0014】

このように構成された内燃機関 1 には、ECU 7 が搭載されている。ECU 7 は、CPU、ROM、RAM、バックアップ RAM などから構成される電子制御ユニットである。ECU 7 には、上記した空燃比センサ 41、排気温度センサ 42、燃圧センサ 53 に加え、アクセルポジションセンサ 8、クランクポジションセンサ 9、水温センサ 10、及びエアフローメータ 11 等の各種センサが電氣的に接続されている。なお、アクセルポジションセンサ 8 は、アクセルペダルの操作量（アクセル開度）を検出するためのセンサである。クランクポジションセンサ 9 は、内燃機関 1 のクランクシャフトの回転位置を検出するためのセンサである。水温センサ 10 は、内燃機関 1 を循環する冷却水の温度を検出するためのセンサである。

【0015】

ECU 7 は、上記した各種センサの検出値に基づいて、第一燃料噴射弁 5、第二燃料噴射弁 6、点火プラグ 20、スロットル弁 30、サプライポンプ 52、フィードポンプ 62 等の各種機器を制御する。例えば、ECU 7 は、アクセルポジションセンサ 8 の検出値から演算される機関負荷、クランクポジションセンサ 9 の検出値から演算される機関回転速度、又はエアフローメータ 11 の検出値（吸入空気量）等をパラメータとして、内燃機関 1 の出力を発生させるために必要な燃料量である総燃料噴射量を演算する。また、ECU 7 は、上記した機関負荷、機関回転速度、及び吸入空気量をパラメータとして、1 サイクルあたりに第二燃料噴射弁 6 から噴射される燃料量に対して、1 サイクルあたりに第一燃料噴射弁 5 から噴射される燃料量の比率（筒内噴射比率）を演算する。そして、ECU 7

は、上記した総燃料噴射量と筒内噴射比率とに基づいて、第一燃料噴射弁 5 及び第二燃料噴射弁 6 の各々の目標燃料噴射量を演算し、それらの目標燃料噴射量に従って第一燃料噴射弁 5 及び第二燃料噴射弁 6 を制御する。本実施形態においては、E C U 7 は、上記したような既知の制御に加え、排気浄化触媒 40 の早期活性を図るための触媒暖機制御を実行する。以下では、本実施形態における触媒暖機制御の実行方法について述べる。

【0016】

触媒暖機制御は、排気浄化触媒 40 が未活性状態で内燃機関 1 が始動されてから排気浄化触媒 40 の活性が完了したと判定されるまでの期間において実行される。詳細には、先ず、内燃機関 1 が始動されてから排気浄化触媒 40 の一部が活性するまでの期間（以下、「未活性期間」と称する）では、E C U 7 は、排気浄化触媒 40 へ流入する排気の温度を高めることで、排気浄化触媒 40 の昇温を促進させる処理を行う。そして、排気浄化触媒 40 の一部が活性してから活性完了までの期間（以下、「部分活性期間」と称する）では、E C U 7 は、排気浄化触媒 40 へ流入する排気の温度を高めつつ、未燃燃料を排気浄化触媒 40 へ供給して該未燃燃料の酸化反応熱により排気浄化触媒 40 の昇温を促進させる処理を実行する。なお、ここでいう排気浄化触媒 40 の活性完了とは、排気浄化触媒 40 の全体が活性した状態である必要はなく、排気浄化触媒 40 が所望の浄化性能を発揮することができる程度に活性した状態であればよい。

【0017】

前記未活性期間においては、E C U 7 は、上記した総燃料噴射量を混合気の空燃比がリーン空燃比となるように調整し、且つ該筒内噴射比率を 100%にする。そして、E C U 7 は、第一燃料噴射弁 5 から前記総燃料噴射量の燃料を噴射（主噴射）させた後であって、該主噴射された燃料（以下、「主噴射燃料」と称する）の燃焼後に、第一燃料噴射弁 5 から後燃え用ポスト噴射を行わせる。その際、後燃え用ポスト噴射のタイミングは、噴射燃料（以下、「ポスト噴射燃料」と称する）が後燃えした際に発生する熱エネルギーが内燃機関 1 の出力に寄与しないタイミング、例えば、膨張行程において図示しない排気弁が開弁した直後のタイミングであって、ブローダウン圧力が最大となるタイミングに設定されるものとする。このように後燃え用ポスト噴射のタイミングが設定されると、ブローダウン流によってポスト噴射燃料の微粒化及び拡散が促進されるとともに、ポスト噴射燃料と残留酸素（混合気の既燃ガスに含まれる酸素）との衝突速度が大きくなるため、ポスト噴射燃料が後燃えし易くなる。そして、ポスト噴射燃料の後燃えによって発生した熱エネルギーは、混合気の既燃ガスによって排気浄化触媒 40 へ伝達され、排気浄化触媒 40 を暖めることになる。

【0018】

前記部分活性期間においては、E C U 7 は、主噴射については前記未活性期間と同様の方法によって行うが、後燃え用ポスト噴射については前記未活性期間とは異なる方法によって行う。具体的には、E C U 7 は、後燃え用ポスト噴射のタイミングを、ポスト噴射燃料が後燃えした際に発生する熱エネルギーが内燃機関 1 の出力に寄与しないタイミングであって、膨張行程において排気弁が開弁する前のタイミングに設定する。このように後燃え用ポスト噴射のタイミングが設定されると、ポスト噴射燃料の一部が後燃えするが、残りのポスト噴射燃料が部分酸化されて活性種に改質される。活性種に改質されたポスト噴射燃料は、混合気の既燃ガスとともに排気浄化触媒 40 へ流入して、該排気浄化触媒 40 によって排気中の残留酸素や排気浄化触媒 40 の O S C によって吸蔵されていた酸素と反応せしめられる。その結果、排気浄化触媒 40 は、後燃えによって昇温させられた排気の熱と活性種の反応熱とによって暖められる。

【0019】

ここで、前記未活性期間においては、排気浄化触媒 40 が未燃燃料を殆ど浄化することができない。そのため、ポスト噴射燃料のうち、後燃えせずに未燃のまま排気浄化触媒 40 に到達した燃料は、該排気浄化触媒 40 で浄化されずに大気中に排出される可能性が高い。よって、前記未活性期間においては、後燃え用ポスト噴射の目標噴射量である目標ポスト噴射量は、混合気の既燃ガスに含まれる残留酸素と反応し得る量に制限するものとする。

る。

【0020】

ところで、ポスト噴射燃料を後燃えさせるためには、上記したように、混合気の空燃比をリーン空燃比にして、該混合気の既燃ガス中に酸素を残存させる必要がある。しかしながら、前記未活性期間においては、内燃機関1の暖機も十分に為されていない可能性が高い。そのため、混合気のリーン度合が過剰に大きくされると、内燃機関1の燃焼安定性が低下する可能性がある。よって、前記未活性期間においては、混合気のリーン度合を比較的小さく抑える必要がある。このように、前記未活性期間において、混合気のリーン度合が小さく制限されると、目標ポスト噴射量が比較的小さい量となるため、そのような量の燃料を第一燃料噴射弁5から精度良く噴射させることができない可能性がある。これは、

10

【0021】

そこで、本実施形態では、前記未活性期間において、目標ポスト噴射量が、排気浄化触媒40が活性状態にあるときに前記第一燃料噴射弁5に印加される燃料圧力（すなわち、第一デリバリパイプ50内の燃料圧力）における前記第一燃料噴射弁5の最小噴射量より

20

【0022】

ここで、第一燃料噴射弁5の最小噴射量（ Q_{min} ）と第一デリバリパイプ50内の燃料圧力（ P_{fu} ）との関係を図2に示す。図2中の横軸は、第一デリバリパイプ50内の燃料圧力 P_{fu} を示し、図2中の縦軸は、第一燃料噴射弁5の最小噴射量 Q_{min} を示している。図2に示すように、第一燃料噴射弁5の最小噴射量 Q_{min} は、第一デリバリパイプ50の燃料圧力 P_{fu} が高い場合より低い場合の方が多くなる。そこで、前記未活性

30

【0023】

なお、最小噴射量 Q_{min} を目標ポスト噴射量 Q_{pst} 以上にするを目的として、第一デリバリパイプ50の燃料圧力 P_{fu} が低下せしめられると、第一燃料噴射弁5から主噴射する際の燃料圧力も低下することになるため、主噴射燃料の粒径の拡大や拡散性の低下を招く可能性がある。その場合は、気筒2内の壁面付着燃料量が増加したり、又は混合気の均質性が低下したりするため、混合気の既燃ガスに含まれる炭化水素の量やPM（Particulate Matter）の量が増加する可能性がある。そこで、本実施形態では、最小噴射量 Q_{min} を目標ポスト噴射量 Q_{pst} 以上にするを目的として、第一デリバリパイプ50の燃料圧力 P_{fu} を低下させるときに、その低下後の燃料圧力 P_{fu} が所定の下限値 P_{fulmt} を下回っていれば、筒内噴射比率を0%にして、総燃料噴射量の燃料を第

40

50

二燃料噴射弁 6 から噴射させるようにした。ここでいう下限値 P_{fulmt} は、燃料圧力 P_{fu} が該下限値 P_{fulmt} を下回ると、混合気の既燃ガスに含まれる炭化水素の量や PM の量が、同一の条件下で筒内噴射比率が 0 % にされた場合（前記総燃料噴射量を第二燃料噴射弁 6 から噴射させる場合）よりも多くなると判定される値であり、予め実験的に求めておくものとする。このような方法によれば、第一デリバリパイプ 50 の燃料圧力 P_{fu} を低下させることに起因する、排気エミッションの悪化を抑制することができる。

【0024】

以下、本実施形態における触媒暖機制御の実行手順について、図 3 に沿って説明する。図 3 は、触媒暖機制御が実施される際に ECU7 によって実行される処理ルーチンを示すフローチャートである。この処理ルーチンは、予め ECU7 の ROM 等に記憶されており、内燃機関 1 が始動されるとき（具体的には、図示しないイグニッションスイッチがオンにされたとき）に、ECU7 によって実行される処理ルーチンである。

10

【0025】

図 3 の処理ルーチンでは、ECU7 は、先ず S101 の処理において水温センサ 10 の検出値（始動時冷却水温度） $Thwst$ を読み込み、その始動時冷却水温度 $Thwst$ が所定の閾値より低いか否かを判別する。ここでいう所定の閾値は、始動時冷却水温度 $Thwst$ が該閾値より低ければ、排気浄化触媒 40 が未活性状態、又は部分活性状態にあると判定することができる値であり、予め実験等を利用した適合作業によって求めておくものとする。前記 S101 の処理において否定判定された場合は、排気浄化触媒 40 が活性状態にあって、触媒暖機制御を実行する必要がないため、ECU7 は、本処理ルーチンの実行を終了する。一方、前記 S101 の処理において肯定判定された場合は、排気浄化触媒 40 が未活性状態、又は部分活性状態にあって、触媒暖機制御を実行するため、ECU7 は、S102 の処理へ進む。

20

【0026】

S102 の処理では、ECU7 は、クランクポジションセンサ 9 の検出値から演算される機関回転速度 Ne が所定の始動完了判定値より高いか否かを判別する。ここでいう所定の始動完了判定値は、機関回転速度 Ne が該始動完了判定値より高ければ、内燃機関 1 の始動が完了していると判定することができる値である。S102 の処理において否定判定された場合は、内燃機関 1 が始動途中の状態にあって、触媒暖機制御を未だ開始することができない状態にあるため、ECU7 は、該 S102 の処理を繰り返し実行する。一方、S102 の処理において肯定判定された場合は、内燃機関 1 が始動完了後の運転状態にあって、触媒暖機制御を開始することができる状態にあるため、ECU7 は、S103 以降の処理において触媒暖機制御を実行する。

30

【0027】

S103 の処理では、ECU7 は、排気浄化触媒 40 の温度 $Tcat$ を取得する。詳細には、ECU7 は、内燃機関 1 の運転状態（点火時期や吸入空気量）をパラメータとして排気浄化触媒 40 の温度 $Tcat$ を推定し、又は排気温度センサ 42 の検出値から排気浄化触媒 40 の温度 $Tcat$ を推定する。

【0028】

S104 の処理では、ECU7 は、前記 S103 の処理で取得された排気浄化触媒 40 の温度 $Tcat$ に基づいて、目標ポスト噴射量 Q_{pst} を演算する。詳細には、ECU7 は、先ず、排気浄化触媒 40 の温度 $Tcat$ が部分活性判定温度より低いか否かを判別する。ここでいう部分活性判定温度は、排気浄化触媒 40 の一部が活性し始める温度であって、排気浄化触媒 40 の温度 $Tcat$ が該部分活性判定温度より低いときは排気浄化触媒 40 が未活性状態にあり、排気浄化触媒 40 の温度 $Tcat$ が該部分活性判定温度以上であるときは排気浄化触媒 40 が部分活性状態にあると判定することができる温度である。

40

【0029】

排気浄化触媒 40 の温度 $Tcat$ が前記部分活性判定温度より低いとき（排気浄化触媒 40 が未活性状態にあるとき）は、ECU7 は、混合気の既燃ガスに含まれる残留酸素と反応し得る燃料量を演算し、その燃料量を目標ポスト噴射量 Q_{pst} に設定する。その際

50

、ECU7は、エアフローメータ11の検出値（吸入空気量）と主噴射燃料量とをパラメータとして、既燃ガスに含まれる残留酸素の量を演算する。続いて、ECU7は、残留酸素の量に基づいて、目標ポスト噴射量 Q_{pst} を設定する。なお、冷却水温度がある程度高ければ、既燃ガスの温度が十分に高くなるため、残留酸素の量と当量の燃料が後燃えすると考えられるが、冷却水温度が比較的低ければ、既燃ガスの温度も低くなるため、後燃えし得る燃料量が残留酸素と当量の燃料量より少なくなる可能性がある。そのため、目標ポスト噴射量 Q_{pst} は、残留酸素の量に加え、冷却水温度も考慮して設定されることが望ましい。そこで、本実施形態では、残留酸素の量と冷却水温度と目標ポスト噴射量 Q_{pst} との関係を予め実験的に求めておき、残留酸素の量と冷却水温度とを引数として目標ポスト噴射量 Q_{pst} を導出する。

10

【0030】

一方、排気浄化触媒40の温度が前記部分活性判定温度以上であるとき（排気浄化触媒40が部分活性状態にあるとき）は、ECU7は、混合気の既燃ガスに含まれる残留酸素と反応し得る燃料量と、排気浄化触媒40において酸化され得る未燃燃料の量と、の総量を演算し、その総量を目標ポスト噴射量 Q_{pst} に設定する。残留酸素と反応し得る燃料量は、排気浄化触媒40が未活性状態にある場合と同様の方法によって求められる。一方、排気浄化触媒40において酸化され得る未燃燃料の量は、排気浄化触媒40の温度 T_{cat} をパラメータとして演算される。ここで、排気浄化触媒40の温度 T_{cat} が高い場合は低い場合に比べ、排気浄化触媒40の活性部位が多くなるとともに、OSCの活性部位も多くなるため、より多くの未燃燃料を酸化させることができる。よって、排気浄化触媒40において酸化され得る未燃燃料の量は、排気浄化触媒40の温度 T_{cat} が低い場合より高い場合の方が多くなる。そこで、排気浄化触媒40の温度 T_{cat} と、排気浄化触媒40において酸化され得る未燃燃料の量との関係を予め実験的に求めておき、排気浄化触媒40の温度 T_{cat} を引数として、排気浄化触媒40において酸化され得る未燃燃料の量を導出する。

20

【0031】

ここで図3の処理ルーチンに戻り、ECU7は、上記した手順によって前記S104の処理を実行した後に、S105の処理へ進む。S105の処理では、ECU7は、前記S104の処理で求められた目標ポスト噴射量 Q_{pst} が、その時点における第一燃料噴射弁5の最小噴射量 Q_{min} より少ないか否かを判別する。その際の最小噴射量 Q_{min} は、その時点における燃圧センサ53の検出値（燃料圧力） P_{fu} を引数として、前述の図2に示したようなマップにアクセスすることで導出される。S105の処理において肯定判定された場合は、ECU7は、S106の処理へ進み、第一デリバリパイプ50の燃料圧力 P_{fu} が低下するように、サプライポンプ52を制御する。詳細には、ECU7は、先ず、前述した図2の説明で述べたように、第一燃料噴射弁5の最小噴射量 Q_{min} が前記目標ポスト噴射量 Q_{pst} と同等の量になる燃料圧力 P_{fu1} を求め、その燃料圧力 P_{fu1} を目標燃料圧力 $P_{futr g}$ に設定する。そして、ECU7は、前記目標燃料圧力 $P_{futr g}$ に従って、サプライポンプ52を制御する。ECU7は、S106の処理を実行し終わると、S107の処理へ進む。また、前記S105の処理において否定判定された場合は、ECU7は、S106の処理をスキップしてS107の処理へ進む。

30

40

【0032】

S107の処理では、ECU7は、燃圧センサ53の検出値（燃料圧力） P_{fu} を読み込み、その燃料圧力 P_{fu} が前述した所定の下限值 P_{fulmt} より低いか否かを判別する。S107の処理において肯定判定された場合は、ECU7は、S108の処理へ進み、筒内噴射比率を0%に設定して、前記総燃料噴射量の燃料を第二燃料噴射弁6から噴射させる。一方、S107の処理において否定判定された場合は、ECU7は、S109の処理へ進み、筒内噴射比率を100%に設定して、前記総燃料噴射量の燃料を第一燃料噴射弁5から噴射させる。

【0033】

ECU7は、前記S108又は前記S109の処理を実行した後に、S110の処理へ

50

進み、前記 S 1 0 4 の処理で設定された目標ポスト噴射量 Q_{pst} に従って、第一燃料噴射弁 5 から後燃え用ポスト噴射を行わせる。その際、排気浄化触媒 4 0 が未活性状態であれば、E C U 7 は、膨張行程における排気弁が開弁した直後のタイミングで、後燃え用ポスト噴射を行わせるものとする。一方、排気浄化触媒 4 0 が部分活性状態であれば、E C U 7 は、ポスト噴射燃料が後燃えした際に発生する熱エネルギーが内燃機関 1 の出力に寄与しないタイミングであって、膨張行程において排気弁が開弁する前のタイミングで、後燃え用ポスト噴射を行わせるものとする。

【0034】

S 1 1 1 の処理では、E C U 7 は、内燃機関 1 の始動時からの積算吸入空気量 ΣG_a が活性完了判定値より大きいかな否かを判別する。ここでいう活性完了判定値は、積算吸入空気量 ΣG_a が該活性完了判定値より大きければ、排気浄化触媒 4 0 の活性が完了しているとみなすことができる値である。S 1 1 1 の処理において否定判定された場合は、排気浄化触媒 4 0 の活性が未だ完了していないため、E C U 7 は、S 1 0 3 の処理へ戻り、触媒暖機制御を継続して実行する。一方、S 1 1 1 の処理において肯定判定された場合は、排気浄化触媒 4 0 の活性が完了しているため、E C U 7 は、S 1 1 2 の処理へ進み、触媒暖機制御を終了する。具体的には、E C U 7 は、第一デリバリパイプ 5 0 の目標燃料圧力 P_{furg} を、内燃機関 1 の運転状態に応じた圧力に設定し、且つ筒内噴射比率を内燃機関 1 の運転状態に応じた比率に設定する。

【0035】

このように E C U 7 が図 3 の処理ルーチンを実行することにより、本発明に係わる「制御手段」が実現される。その結果、後燃え用ポスト噴射により噴射された燃料のうち、未燃のまま排気浄化触媒 4 0 へ到達する燃料の量を少なく抑えつつ、排気浄化触媒 4 0 の暖機を図ることができる。なお、最小噴射量 Q_{min} を目標ポスト噴射量 Q_{pst} 以上にすることを目的として、第一デリバリパイプ 5 0 の燃料圧力 P_{fu} を低下させた場合において、排気浄化触媒 4 0 の暖機が進むにつれて、第一デリバリパイプ 5 0 の燃料圧力 P_{fu} を、内燃機関 1 の運転状態に応じた圧力（排気浄化触媒 4 0 が活性状態にあるときの目標燃料圧力 P_{furg} ）に向けて徐々に高めるようにしてもよい。

【符号の説明】

【0036】

- 1 内燃機関
- 2 気筒
- 3 吸気通路
- 4 排気通路
- 5 第一燃料噴射弁
- 6 第二燃料噴射弁
- 7 E C U
- 20 点火プラグ
- 30 スロットル弁
- 40 排気浄化触媒
- 41 空燃比センサ
- 42 排気温度センサ
- 50 第一デリバリパイプ
- 51 第一燃料通路
- 52 サプライポンプ
- 53 燃圧センサ
- 60 第二デリバリパイプ
- 61 第二燃料通路
- 62 フィードポンプ
- 63 燃料タンク

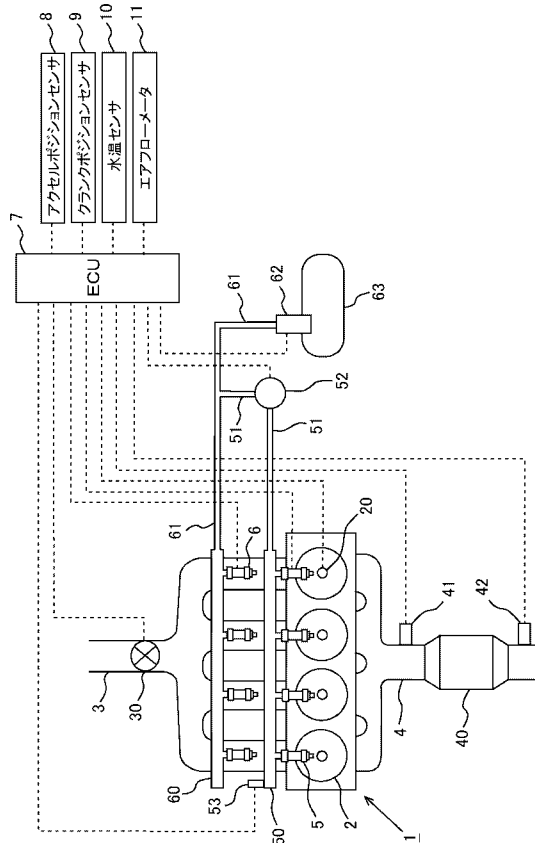
10

20

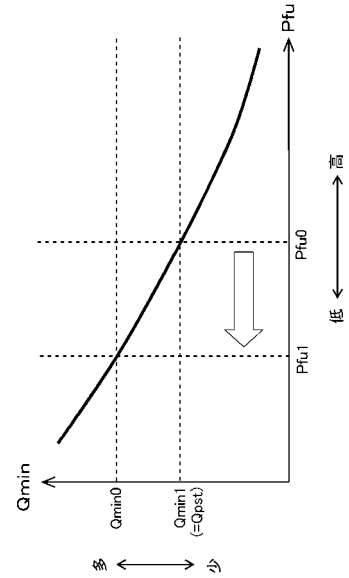
30

40

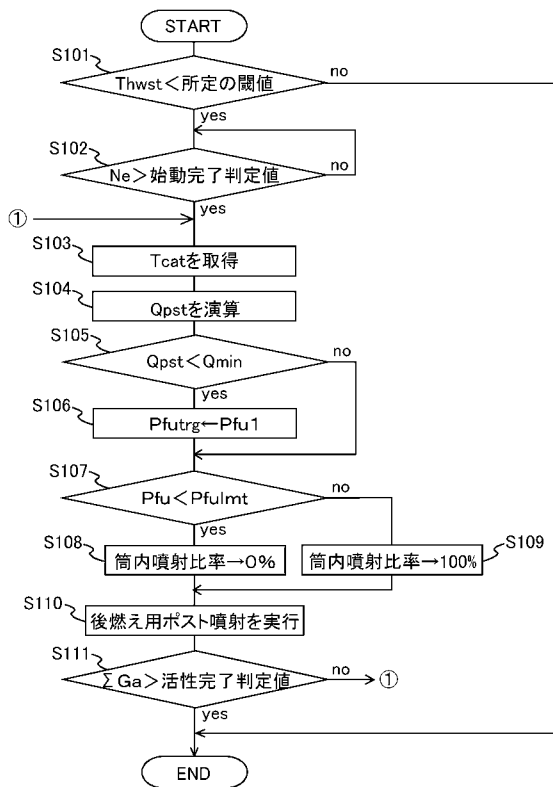
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード (参考)
F 0 2 D 43/00 3 0 1 T

(74)代理人 100176201

弁理士 小久保 篤史

(72)発明者 塚越 崇博

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 北浦 浩一

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 星 幸一

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 3G301 HA01 JA21 KA05 LB04 LB05 LB06 MA11 MA28 NC02 NE19

PA01Z PB08Z PD02Z PD12Z PE03Z PE08Z PF03Z

3G384 AA01 BA13 BA31 CA03 DA14 EB02 EB18 EE31 FA01Z FA06Z

FA15Z FA28Z FA37Z FA45Z FA58Z