

(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2018-76868

(P2018-76868A)

(43) 公開日 平成30年5月17日(2018.5.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2D 41/34 (2006.01)	FO2D 41/34 C	3G301
FO2D 41/06 (2006.01)	FO2D 41/06 330J	
FO2M 69/00 (2006.01)	FO2M 69/00 360B	
FO2D 41/10 (2006.01)	FO2D 41/10 330J	

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2017-231695 (P2017-231695)	(71) 出願人	509186579 日立オートモティブシステムズ株式会社
(22) 出願日	平成29年12月1日 (2017.12.1)		茨城県ひたちなか市高場2520番地
(62) 分割の表示	特願2014-212779 (P2014-212779) の分割	(74) 代理人	100129425 弁理士 小川 護晃
原出願日	平成26年10月17日 (2014.10.17)	(74) 代理人	100087505 弁理士 西山 春之
		(74) 代理人	100168642 弁理士 関谷 充司
		(72) 発明者	神田 高輔 群馬県伊勢崎市柏川町1671番地1 日 立オートモティブシステムズ株式会社内
		(72) 発明者	中村 吉辰 群馬県伊勢崎市柏川町1671番地1 日 立オートモティブシステムズ株式会社内 最終頁に続く

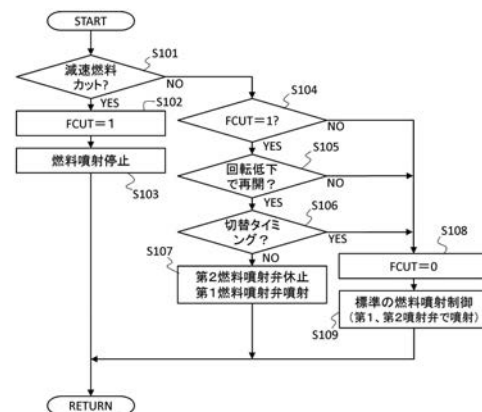
(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置及び制御方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】吸気通路から分岐してそれぞれ気筒に開口する第1吸気ポート及び第2吸気ポートと、前記第1吸気ポートに備えられた第1燃料噴射弁と、前記第2吸気ポートに備えられた第2燃料噴射弁とを備えた内燃機関において、燃料カット状態から燃料噴射を再開させる機関回転速度を可及的に低く設定できるようにする。

【解決手段】減速燃料カット状態から機関回転速度が低下して燃料噴射を再開させるときに、第1燃料噴射弁により燃料を噴射させ、第2燃料噴射弁による燃料噴射を休止させる。これにより、燃料噴射弁において燃料の計量精度を維持できる最小噴射量以上の燃料量を噴射させつつ各気筒への最小燃料噴射量を少なく抑制できるため、2本で噴射させる場合よりも低回転になってから燃料噴射を再開させることができる。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

吸気通路から分岐してそれぞれ気筒に開口する第 1 吸気ポート及び第 2 吸気ポートと、前記第 1 吸気ポートに備えられた第 1 燃料噴射弁と、前記第 2 吸気ポートに備えられた第 2 燃料噴射弁とを備えた内燃機関に適用される制御装置において、

前記内燃機関の減速による燃料カット状態から機関回転速度の低下に伴って燃料噴射を再開させるときは、前記第 2 燃料噴射弁による燃料噴射を停止したまま前記第 1 燃料噴射弁による燃料噴射を再開させ、

前記内燃機関の減速による燃料カット状態から機関回転速度の低下に伴い燃料噴射を再開させるとき以外の機関運転条件では、前記第 1 燃料噴射弁及び前記第 2 燃料噴射弁によって燃料噴射を行わせる、

内燃機関の制御装置。

【請求項 2】

前記第 1 燃料噴射弁による燃料噴射を再開させた後、前記第 2 燃料噴射弁による燃料噴射を再開させるときは、前記燃料噴射量が前記最小噴射パルス幅の総和に相当する燃料噴射量以上になってから、前記第 2 燃料噴射弁による燃料噴射を再開させる、

請求項 1 記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 3】

前記第 2 燃料噴射弁による燃料噴射を再開させるときに、前記第 1 燃料噴射弁による燃料噴射量を前記第 2 燃料噴射弁による燃料噴射量よりも少なくし、その後、前記第 1 燃料噴射弁による燃料噴射量と前記第 2 燃料噴射弁による燃料噴射量との差を減少させる、

請求項 2 記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 4】

吸気通路から分岐してそれぞれ気筒に開口する第 1 吸気ポート及び第 2 吸気ポートと、前記第 1 吸気ポートに備えられた第 1 燃料噴射弁と、前記第 2 吸気ポートに備えられた第 2 燃料噴射弁とを備えた内燃機関に適用される制御方法において、

前記内燃機関の減速により前記第 1 燃料噴射弁及び前記第 2 燃料噴射弁による燃料噴射を停止し、

前記第 1 燃料噴射弁及び前記第 2 燃料噴射弁による燃料噴射が停止された燃料カット状態から機関回転速度の低下に伴って燃料噴射を再開させるときは、気筒当たりの燃料噴射量が前記第 1 燃料噴射弁の最小噴射パルス幅と前記第 2 燃料噴射弁の最小噴射パルス幅との総和に相当する燃料噴射量よりも小さくなる機関回転速度になってから、前記第 2 燃料噴射弁による燃料噴射を停止したまま前記第 1 燃料噴射弁による燃料噴射を再開させる、

内燃機関の制御方法。

【請求項 5】

吸気通路から分岐してそれぞれ気筒に開口する第 1 吸気ポート及び第 2 吸気ポートと、前記第 1 吸気ポートに備えられた第 1 燃料噴射弁と、前記第 2 吸気ポートに備えられた第 2 燃料噴射弁とを備えた内燃機関に適用される制御装置において、

前記内燃機関の減速による燃料カット状態から機関回転速度の低下に伴って燃料噴射を再開させるときは、気筒当たりの燃料噴射量が前記第 1 燃料噴射弁の最小噴射パルス幅と前記第 2 燃料噴射弁の最小噴射パルス幅との総和に相当する燃料噴射量よりも小さくなる機関回転速度になってから、前記第 2 燃料噴射弁による燃料噴射を停止したまま前記第 1 燃料噴射弁による燃料噴射を再開させる、

内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、内燃機関の制御装置及び制御方法に関し、詳しくは、各気筒の吸気ポートに第 1 燃料噴射弁及び第 2 燃料噴射弁を備えた内燃機関において、燃料カット状態からの燃料噴射を再開させるときの噴射制御に関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、所定の並び方向に配列された複数の気筒を有し、各気筒には、筒内燃焼温度が相対的に高温となるその並び方向の一方の領域に吸気を導入する第1の吸気ポートと、筒内燃焼温度が相対的に低温となるその並び方向の他方の領域に吸気を導入する第2の吸気ポートとがそれぞれ接続され、第1の吸気ポートに第1の燃料噴射弁が、第2の吸気ポートに第2の燃料噴射弁がそれぞれ設けられた内燃機関が開示されている。

【0003】

また、特許文献1には、第1の燃料噴射弁は第2の燃料噴射弁よりも燃料噴射量が大きくなるように各燃料噴射弁の燃料噴射量を制御する制御手段であって、内燃機関が燃料カットからの復帰状態にあるときに、前記第1の燃料噴射弁と前記第2の燃料噴射弁の燃料噴射量の差別化を禁止する制御手段が開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2011-052588号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、燃料噴射弁は、噴射パルス幅が下限パルス幅よりも短くなると、噴射パルス幅（燃料噴射量の指示値）と実際に噴射される燃料量との乖離が大きくなって、燃料の計量精度が低下する。このため、各気筒の吸気ポートに2本の燃料噴射弁を備えた内燃機関においては、それぞれの燃料噴射弁の噴射パルス幅が下限パルス幅よりも長くなる条件で燃料を噴射させることが必要となる。

20

【0006】

一方、減速燃料カット状態から機関回転速度が閾値まで低下して燃料噴射を再開させる場合、一般的に、再開時における気筒当たりの燃料噴射量が最も少なくなり、かつ、燃料噴射量は、噴射再開時の機関回転速度が低いほど少なくなる。

ここで、燃料噴射を再開させる機関回転速度を低くするほど燃費を改善できることになるが、2本の燃料噴射弁を用いて噴射再開時の燃料噴射を行わせる場合、最低でも下限パルス幅の2倍に相当する燃料噴射量となる機関回転速度であること、つまり、各燃料噴射弁が下限パルス幅以上のパルス幅で燃料噴射を行うことが噴射再開の条件となるため、燃料噴射を再開させる機関回転速度を十分に下げることができないという問題があった。

30

【0007】

そこで、本発明は、各気筒の吸気ポートに2本の燃料噴射弁を備えた内燃機関において、燃料カット状態から燃料噴射を再開させる機関回転速度を可及的に低く設定できる、内燃機関の制御装置及び制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

そのため、本願発明に係る内燃機関の制御装置は、吸気通路から分岐してそれぞれ気筒に開口する第1吸気ポート及び第2吸気ポートと、前記第1吸気ポートに備えられた第1燃料噴射弁と、前記第2吸気ポートに備えられた第2燃料噴射弁とを備えた内燃機関に適用される制御装置において、前記内燃機関の減速による燃料カット状態から機関回転速度の低下に伴って燃料噴射を再開させるときは、前記第2燃料噴射弁による燃料噴射を停止したまま前記第1燃料噴射弁による燃料噴射を再開させ、前記内燃機関の減速による燃料カット状態から機関回転速度の低下に伴い燃料噴射を再開させるとき以外の機関運転条件では、前記第1燃料噴射弁及び前記第2燃料噴射弁によって燃料噴射を行わせるようにした。

40

【0009】

また、本願発明に係る内燃機関の制御方法は、吸気通路から分岐してそれぞれ気筒に開

50

口する第 1 吸気ポート及び第 2 吸気ポートと、前記第 1 吸気ポートに備えられた第 1 燃料噴射弁と、前記第 2 吸気ポートに備えられた第 2 燃料噴射弁とを備えた内燃機関に適用される制御方法において、前記内燃機関の減速により前記第 1 燃料噴射弁及び前記第 2 燃料噴射弁による燃料噴射を停止し、前記第 1 燃料噴射弁及び前記第 2 燃料噴射弁による燃料噴射が停止された燃料カット状態から機関回転速度の低下に伴って燃料噴射を再開させるときは、気筒当たりの燃料噴射量が前記第 1 燃料噴射弁の最小噴射パルス幅と前記第 2 燃料噴射弁の最小噴射パルス幅との総和に相当する燃料噴射量よりも小さくなる機関回転速度になってから、前記第 2 燃料噴射弁による燃料噴射を停止したまま前記第 1 燃料噴射弁による燃料噴射を再開させるようにした。

【発明の効果】

10

【0010】

上記発明によると、減速燃料カット状態から燃料噴射を再開させる機関回転速度を可及的に低くして、内燃機関の燃費性能を改善することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図 1】本発明の一実施形態における内燃機関を示す図である。

【図 2】本発明の一実施形態における減速燃料カット状態からの燃料噴射の再開制御の流れを示すフローチャートである。

【図 3】本発明の一実施形態における減速燃料カット状態から噴射を再開させるときの各燃料噴射弁の噴射動作を例示するタイムチャートである。

20

【図 4】本発明の一実施形態における気筒当たりの最小噴射パルス幅と噴射を再開させる機関回転速度との相関を例示する線図である。

【図 5】本発明の一実施形態における噴射を再開させる機関回転速度と燃費改善効果との相関を例示する線図である。

【図 6】本発明の一実施形態における気筒当たりの最小噴射パルス幅と燃費改善効果との相関を例示する線図である。

【図 7】本発明の一実施形態における減速燃料カット状態から噴射を再開させるときの燃費、未燃焼成分 HC 濃度、空燃比 A / F などの変化を示すタイムチャートである。

【図 8】本発明の一実施形態における減速燃料カット状態から燃料噴射を再開させるときの分担率制御の流れを示すフローチャートである。

30

【図 9】本発明の一実施形態における分担率制御の特性例を示すタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に本発明の実施の形態を説明する。

図 1 (A) (B) は、本願発明に係る制御装置及び制御方法を適用する内燃機関の一例を示す図である。

図 1 の内燃機関 1 において、各気筒の吸気通路 2 の下流側は第 1 吸気ポート 3 と第 2 吸気ポート 4 とに分岐し、第 1 吸気ポート 3 及び第 2 吸気ポート 4 の下流端はそれぞれ独立して気筒 5 に開口する。

【0013】

40

吸気バルブ 6 a , 6 b は、第 1 吸気ポート 3 、第 2 吸気ポート 4 が気筒 5 に開口する部分に介装され、各吸気ポート 3 , 4 の開口部分を開閉する。

一方、2 つの独立した第 1 排気ポート 7 、第 2 排気ポート 8 の上流端が気筒 5 に開口し、第 1 排気ポート 7 、第 2 排気ポート 8 は下流側で合流して排気通路 9 に接続する。

排気バルブ 10 a , 10 b は、第 1 排気ポート 7 、第 2 排気ポート 8 が気筒 5 に開口する部分に介装され、各排気ポート 7 , 8 の開口部分を開閉する。

【0014】

第 1 燃料噴射弁 11 は第 1 吸気ポート 3 に配置され、第 1 吸気ポート 3 を開閉する吸気バルブ 6 a の傘部に向けて燃料を噴射する。

第 2 燃料噴射弁 12 は第 2 吸気ポート 4 に配置され、第 2 吸気ポート 4 を開閉する吸気

50

バルブ 6 b の傘部に向けて燃料を噴射する。

【 0 0 1 5 】

なお、第 1 燃料噴射弁 1 1、第 2 燃料噴射弁 1 2 は、噴霧角、噴霧粒径、噴霧貫徹力、単位開弁時間当たりの噴射量、計量精度が所定値（下限値）よりも高くなる最小パルス幅 T_{i2min} などの噴射特性が同特性である燃料噴射弁、つまり、第 1 燃料噴射弁 1 1、第 2 燃料噴射弁 1 2 は同じ噴射弁である。

【 0 0 1 6 】

第 1 燃料噴射弁 1 1 及び第 2 燃料噴射弁 1 2 は、電子コントロールユニット（ECU）2 1 が出力する噴射パルス信号（駆動信号）に応じて開弁し、噴射パルス信号のパルス幅（噴射時間、開弁時間）に比例する量の燃料を噴射する。

そして、気筒 5 の燃焼室 5 a 内に空気と共に吸引された燃料は、点火プラグ 1 3 による火花点火によって着火燃焼する。

【 0 0 1 7 】

ECU 2 1 は、CPU（演算処理装置）、ROM、RAM、入出力回路などを含むマイクロコンピュータを内蔵する。

そして、ECU 2 1 は、内燃機関 1 の運転状態を検出する各種センサの出力信号を入力し、これらの信号に基づいて燃料噴射弁 1 1、1 2 の噴射タイミングを検出すると共に各燃料噴射弁 1 1、1 2 に出力する噴射パルス信号のパルス幅（噴射時間）を演算し、演算したパルス幅の噴射パルス信号を所定の噴射タイミングにて燃料噴射弁 1 1、1 2 に出力する。

【 0 0 1 8 】

各種センサとして、内燃機関 1 のクランクシャフト 1 4 の回転に同期する回転パルス信号 POS を出力するクランク角センサ 2 2、内燃機関 1 の吸入空気流量 Q_A に応じた検出信号を出力するエアフローセンサ 2 3、内燃機関 1 の冷却水温度（機関温度） T_W に応じた検出信号を出力する水温センサ 2 4、内燃機関 1 のアクセル開度（スロットル開度）ACC に応じた検出信号を出力するアクセル開度センサ 2 5 などを設けてある。

【 0 0 1 9 】

ECU 2 1 は、クランク角センサ 2 2 が出力する回転パルス信号 POS に基づいて内燃機関 1 の回転速度 NE を演算し、また、エアフローセンサ 2 3 が出力する信号に基づいて吸入空気流量 Q_A を演算し、機関回転速度 NE と吸入空気流量 Q_A とに基づき基本噴射パルス幅（基本燃料噴射量） $TP [ms]$ を算出する。

更に、ECU 2 1 は、水温センサ 2 4 の出力に基づき検出した冷却水温度 T_W （機関温度）などに基づき各種補正係数 CO を演算し、基本噴射パルス幅 TP を各種補正係数 CO などで補正して、1 燃焼サイクル毎に各気筒に噴射する燃料量に相当する噴射パルス幅（燃料噴射量） $TI [ms]$ を演算する。

【 0 0 2 0 】

そして、ECU 2 1 は、各燃料噴射弁 1 1、1 2 に出力する噴射パルス信号のパルス幅 $T_{i main}$ 、 $T_{i sub}$ を噴射パルス幅 TI （ $TI = T_{i main} + T_{i sub}$ ）に基づき決定し、所定の噴射タイミングにて各燃料噴射弁 1 1、1 2 にパルス幅 $T_{i main}$ 、 $T_{i sub}$ の噴射パルス信号を出力して、燃料噴射弁 1 1、1 2 から燃料を噴射させる。

【 0 0 2 1 】

また、ECU 2 1 は、内燃機関 1 が所定の減速運転状態であるときに、燃料噴射弁 1 1、1 2 による燃料噴射を停止させる制御（以下、減速燃料カット制御と称する）を実施する。

ECU 2 1 は、アクセル開度（スロットル開度）が全閉でかつ機関回転速度 NE が第 1 閾値 NE_{SL1} （燃料カット回転速度）よりも高い減速運転状態になると、燃料噴射弁 1 1、1 2 による燃料噴射を停止させる。

【 0 0 2 2 】

そして、ECU 2 1 は、減速燃料カット状態でアクセルが踏み込まれると（スロットルが開くと、加速されると）燃料噴射弁 1 1、1 2 による燃料噴射を再開させ、また、減速

10

20

30

40

50

燃料カット状態で機関回転速度 NE が第 1 閾値 $NE\ S\ L\ 1$ よりも低い第 2 閾値 $NE\ S\ L\ 2$ (リカバー回転速度) にまで低下すると燃料噴射弁 11, 12 による燃料噴射を再開させる (図 3 参照)。

また、 $ECU\ 21$ は、減速燃料カット状態で機関回転速度 NE が第 2 閾値 $NE\ S\ L\ 2$ にまで低下して燃料噴射を再開させるときに、第 2 燃料噴射弁 12 による燃料噴射を休止させて第 1 燃料噴射弁 11 によって燃料噴射を行わせる。

【0023】

なお、以下では、第 2 燃料噴射弁 12 による燃料噴射を休止させて第 1 燃料噴射弁 11 によって燃料噴射を行わせる噴射制御モードを「1 本噴射」と称し、第 1 燃料噴射弁 11 及び第 2 燃料噴射弁 12 によって燃料噴射を行わせる噴射制御モード (標準の燃料噴射制御) を「2 本噴射」と称する。

10

【0024】

以下では、上記の減速燃料カット制御及び燃料噴射の再開制御を詳細に説明する。

図 2 のフローチャートは、 $ECU\ 21$ による燃料噴射制御の流れを示すフローチャートである。

ステップ $S\ 101$ で、 $ECU\ 21$ は、減速燃料カット条件 (燃料噴射を停止させる所定条件) が成立しているか否かを検出する。減速燃料カット条件が成立している状態とは、例えば、スロットルバルブが全閉で、かつ、機関回転速度 NE が第 1 閾値 $NE\ S\ L\ 1$ よりも高い状態である。

【0025】

20

減速燃料カット条件が成立していない場合、 $ECU\ 21$ は、ステップ $S\ 104$ へ進み、減速燃料カット状態から燃料噴射を再開した状態であるか否かを判定するためのフラグ $FCUT$ が立っているか否か (フラグ $FCUT = 1$ であるか否か) を検出する。

なお、フラグ $FCUT$ の初期値は 0 であり、後述するように、 $ECU\ 21$ は、減速燃料カットを実施するときにフラグ $FCUT$ を立ち上げる。

【0026】

$ECU\ 21$ は、ステップ $S\ 104$ においてフラグ $FCUT$ が落ちている (フラグ $FCUT = 0$ である) ことを検出すると、ステップ $S\ 108$ のフラグリセット処理を経由してステップ $S\ 109$ に進み、第 1 燃料噴射弁 11 及び第 2 燃料噴射弁 12 を用いて燃料噴射を行わせる標準の燃料噴射制御 (2 本噴射) を実施する。

30

$ECU\ 21$ は、ステップ $S\ 109$ における標準の燃料噴射制御において、各燃料噴射弁 11, 12 による燃料噴射量の分担率を例えば 50% : 50% に固定し、1 サイクル毎に第 1 燃料噴射弁 11 及び第 2 燃料噴射弁 12 による燃料噴射を行わせることができる。

【0027】

また、 $ECU\ 21$ は、標準の燃料噴射制御において、交互噴射モードや併用噴射モードなどの複数の噴射制御モードのうちの 1 つを、機関回転速度、機関負荷 (トルク)、機関温度 (冷却水温度) などの内燃機関 1 の運転条件に応じて選択し、選択した噴射モードに従って燃料噴射弁 11, 12 による燃料噴射を制御することができる。

【0028】

交互噴射モードとは、設定燃焼サイクル数毎に第 1 燃料噴射弁 11 と第 2 燃料噴射弁 12 とを交互に駆動して、燃料を内燃機関 1 に噴射するモードである。

40

つまり、交互噴射モードで、 $ECU\ 21$ は、目標空燃比の混合気を形成させるために 1 サイクルで噴射させる燃料量 (燃料噴射量 TI) を、第 1 燃料噴射弁 11 と第 2 燃料噴射弁 12 とのいずれか一方で全量噴射させ、他方の噴射動作を休止させ、全量噴射させるのに用いる燃料噴射弁を、設定燃焼サイクル数毎に第 1 燃料噴射弁 11 と第 2 燃料噴射弁 12 との間で切り替える。

【0029】

一方、併用噴射モードとは、燃焼サイクル毎に第 1 燃料噴射弁 11 と第 2 燃料噴射弁 12 とを併用して、燃料を内燃機関 1 に噴射するモードである。併用噴射モードで、 $ECU\ 21$ は、目標空燃比の混合気を形成させるために 1 サイクルで噴射させる燃料量 (燃料噴

50

射量 T_I) を、第 1 燃料噴射弁 11 の分担分と、第 2 燃料噴射弁 12 の分担分とに分けて噴射させる。

【0030】

ECU21 は、併用噴射モードにおいて、各燃料噴射弁 11, 12 による燃料噴射の分担率を機関運転条件（機関負荷、機関回転速度、機関温度、始動状態など）に応じて可変とすることができる。更に、併用噴射モードにおいて、ECU21 は、所定の機関運転条件において一方の燃料噴射弁の分担率を 0 % とし前記一方の燃料噴射弁の噴射動作を休止させることができる。

また、ECU21 は、併用噴射モードにおいて、第 1 燃料噴射弁 11 の噴射タイミングと第 2 燃料噴射弁 12 の噴射タイミングとを同じに設定することができる他、第 1 燃料噴射弁 11 の噴射タイミングと第 2 燃料噴射弁 12 の噴射タイミングとを個別に設定し、第 1 燃料噴射弁 11 の噴射タイミングと第 2 燃料噴射弁 12 の噴射タイミングとを異ならせることができる。

【0031】

ECU21 は、ステップ S101 にて減速燃料カット制御の実施条件が成立していることを検出すると、ステップ S102 に進み、フラグ F C U T を立ち上げた後（フラグ F C U T を 1 に設定した後）、ステップ S103 に進む。

ECU21 は、ステップ S103 にて、第 1 燃料噴射弁 11 による燃料噴射を停止させかつ第 2 燃料噴射弁 12 による燃料噴射を停止させ、各気筒への燃料噴射が停止される減速燃料カット状態とする。

【0032】

減速燃料カット状態でアクセルペダルが踏み込まれた（スロットルが開かれた）場合には減速燃料カット条件を逸脱し、また、減速燃料カット状態で機関回転速度 NE が第 2 閾値 NE_{SL2} にまで低下した場合にも減速燃料カット条件を逸脱する。

そして、ECU21 は、ステップ S101 にて、減速燃料カット条件を逸脱したことを検出すると、ステップ S104 に進む。

【0033】

減速燃料カット条件を逸脱してステップ S104 へ進んだ場合はフラグ F C U T が立ち上がっているので、ECU21 は、ステップ S104 でフラグ F C U T = 1 であることを検出して、ステップ S105 へ進むことになる。

ステップ S105 で、ECU21 は、減速燃料カット条件の逸脱が、減速燃料カット状態で機関回転速度 NE が第 2 閾値 NE_{SL2} にまで低下したこと（機関回転速度の低下）に因るものであるか否かを検出する。

【0034】

ここで、減速燃料カット状態で運転者によってアクセルペダルが踏み込まれて（スロットルが開かれて）減速燃料カット条件を逸脱した場合、換言すれば、減速運転から加速運転への移行に伴って減速燃料カット条件を逸脱した場合、ECU21 は、ステップ S105 からステップ S108 に進んでフラグ F C U T を落とした後（フラグ F C U T に 0 をセットした後）にステップ S109 に進み、第 1 燃料噴射弁 11 及び第 2 燃料噴射弁 12 を用いて燃料噴射を行わせる標準の燃料噴射制御を実施する。

【0035】

つまり、ECU21 は、減速燃料カット状態から内燃機関 1 が加速されて燃料噴射を再開させる場合、再開当初から 2 本の燃料噴射弁 11, 12 を用いて燃料噴射を行わせる。これは、加速に伴って燃料噴射を再開させる場合、吸入空気量の増大によって燃料噴射量 T_I が、各燃料噴射弁 11, 12 それぞれを最小パルス幅 T_{i2min} 以上の噴射パルス幅で噴射させるだけの量となるためである。

【0036】

一方、機関回転速度 NE が第 2 閾値 NE_{SL2} にまで低下して減速燃料カット条件を逸脱した場合、ECU21 は、ステップ S106 に進む。

ステップ S106 で、ECU21 は、回転低下によって減速燃料カット条件を逸脱した

10

20

30

40

50

後に標準の燃料噴射制御（２本噴射）に復帰させる切替えタイミングになったか否かを検出する。そして、ＥＣＵ２１は、機関回転速度ＮＥが第２閾値ＮＥＳＬ２にまで低下した時点（減速燃料カット条件を逸脱した時点）から前記切替えタイミングまでの期間内であれば、ステップＳ１０７へ進む。

【００３７】

ステップＳ１０７で、ＥＣＵ２１は、第１燃料噴射弁１１によって燃料噴射を行わせ、第２燃料噴射弁１２の燃料噴射を休止させる。つまり、ＥＣＵ２１は、ステップＳ１０７に進んだ場合、第１燃料噴射弁１１の噴射パルス幅 T_{main} を $T_{main} = T_I$ に設定し第２燃料噴射弁１２の噴射パルス幅 T_{sub} を $T_{sub} = 0$ [ms] に設定することで、気筒当たりの燃料噴射量 T_I の全量を第１燃料噴射弁１１から噴射させる。

10

【００３８】

このように、気筒当たりの燃料噴射量 T_I の全量を第１燃料噴射弁１１から噴射させ、第２燃料噴射弁１２の燃料噴射を休止させている状態で、ＥＣＵ２１は、ステップＳ１０６にて切替えタイミングを検出すると、ステップＳ１０８に進み、フラグＦＣＵＴを０にリセットした後、ステップＳ１０９に進んで１本噴射から２本噴射である標準の燃料噴射制御に切り替える。

つまり、減速燃料カット条件を機関回転速度ＮＥの低下によって逸脱すると、第１燃料噴射弁１１のみで燃料を噴射させる状態（１本噴射）で燃料噴射を再開させ、所定期間だけ１本噴射を実施した後に、第１燃料噴射弁１１及び第２燃料噴射弁１２によって燃料噴射を行わせる状態（標準の燃料噴射制御、２本噴射）に切り替える。

20

【００３９】

ここで、減速燃料カット条件を機関回転速度ＮＥの低下によって脱して燃料噴射を再開させるときに、一方の燃料噴射弁１１で燃料噴射を行わせ他方の燃料噴射弁１２による噴射を休止させることによる作用、効果を説明する。

減速燃料カット条件を機関回転速度ＮＥの低下によって脱したときには、１サイクルにおいて気筒に噴射する燃料量が少なくなる。

【００４０】

このため、係る燃料量を第１燃料噴射弁１１と第２燃料噴射弁１２とで分担して噴射させると、各燃料噴射弁１１，１２が噴射する燃料が過度に少なくなり、各燃料噴射弁１１，１２に割り当てられる噴射パルス幅が最小パルス幅 T_{i2min} を下回って、燃料噴射量の指示値（噴射パルス幅）と実際に噴射される燃料量との乖離が大きくなってしまう可能性がある。

30

【００４１】

つまり、第１燃料噴射弁１１の噴射パルス幅 T_{main} が $T_{main} = T_{i2min}$ で、かつ、第２燃料噴射弁１２の噴射パルス幅 T_{sub} が $T_{sub} = T_{i2min}$ である状態、つまり、 $T_{i2min} \times 2$ に相当する長さの噴射パルス幅が、２本の燃料噴射弁１１，１２により分担して噴射できる最小噴射量となり、噴射パルス幅 T_I が $T_{i2min} \times 2$ を下回ると、各燃料噴射弁１１，１２の噴射パルス幅 T_{main} 、 T_{sub} が最小パルス幅 T_{i2min} を下回り、燃料の計量精度が低下して空燃比ずれが生じることになる。

【００４２】

40

このように、減速燃料カット条件を機関回転速度ＮＥの低下によって脱したときに、第１燃料噴射弁１１と第２燃料噴射弁１２との双方から燃料を噴射させる場合、噴射パルス幅 T_I が $T_{i2min} \times 2$ 以上の値に算出される機関回転速度であることが、燃料噴射を再開させる条件となり、噴射パルス幅 T_I が $T_{i2min} \times 2$ を下回ることになるより低い機関回転速度で燃料噴射を再開させると、空燃比ずれの発生により燃焼安定性や排気性状を悪化させる可能性がある。

【００４３】

これに対し、減速燃料カット条件を機関回転速度ＮＥの低下によって脱したときに、第２燃料噴射弁１２を休止させ第１燃料噴射弁１１から燃料を噴射させるようにすれば、第１燃料噴射弁１１の噴射パルス幅 T_{main} が噴射パルス幅 T_I と同じになるから、噴射パ

50

ルス幅 T_I が T_{i2min} を上回る条件で燃料噴射を再開させれば、十分な計量精度で燃料を噴射させて空燃比ずれの発生を抑制できる。

【0044】

つまり、減速燃料カット条件を機関回転速度 NE の低下によって脱したときに、第2燃料噴射弁12を休止させ第1燃料噴射弁11から燃料を噴射させた方が、第1燃料噴射弁11と第2燃料噴射弁12との双方から燃料を噴射させるよりも、より噴射パルス幅 T_I が短くなってから、換言すれば、機関回転速度 NE がより低くなってから燃料噴射を再開させることができる。

そして、燃料噴射を再開させる機関回転速度が低くなれば、燃料カット期間が長くなり、内燃機関1の燃費性能がより改善される。

10

【0045】

図3のタイムチャートは、ECU21が減速燃料カット制御及び燃料噴射の再開制御(1本噴射)を実施したときの、第1燃料噴射弁11及び第2燃料噴射弁12による燃料噴射の様子を示す。

図3において、スロットルバルブが開いている時刻 t_0 から時刻 t_1 までの間、ECU21は、標準の燃料噴射制御により第1燃料噴射弁11及び第2燃料噴射弁12により燃料を噴射させる。

【0046】

そして、時刻 t_1 にてスロットルバルブが全閉になって減速燃料カットの実施条件が成立すると、ECU21は、第1燃料噴射弁11及び第2燃料噴射弁12の燃料噴射を停止させ、気筒に燃料を噴射しない減速燃料カット状態に移行させる。

20

減速燃料カット状態で機関回転速度 NE が低下し、時刻 t_3 にて機関回転速度 NE が閾値 NE_{SL2} に達して減速燃料カット条件を脱すると、ECU21は、気筒への燃料噴射を再開させるが、2本の燃料噴射弁11, 12のうちの第1燃料噴射弁11を用いて燃料噴射させ、第2燃料噴射弁12の燃料噴射は休止させる。

【0047】

ここで、ECU21が、減速燃料カット状態から燃料噴射を再開させるときに第1燃料噴射弁11及び第2燃料噴射弁12で燃料噴射を行わせる場合、前述のように、噴射パルス幅 T_I が最小パルス幅 T_{i2min} の2倍以上であること、換言すれば、機関回転速度 NE が閾値 NE_{SL3} ($NE_{SL3} > NE_{SL2}$) であることが燃料噴射の再開条件となる。

30

これに対し、ECU21が、減速燃料カット状態から燃料噴射を再開させるときに第2燃料噴射弁12を休止させ第1燃料噴射弁11で燃料を噴射させる場合、噴射パルス幅 T_I が最小パルス幅 T_{i2min} 以上であることが燃料噴射の再開条件となり、2本噴射で燃料噴射を再開させる場合よりもより低い機関回転速度 NE_{SL2} まで燃料噴射の再開を遅らせることができる。

【0048】

つまり、ECU21が、減速燃料カット状態から燃料噴射を再開させるときに、1本の燃料噴射弁11から燃料を噴射させるようにすれば、燃料噴射を再開させる機関回転速度 NE をより低くして燃料噴射の再開を遅らせることができ、これによって減速燃料カット期間をより長くすることができる。

40

そして、減速燃料カット期間が長くなれば、燃料カット期間で噴射を停止させた燃料量の総量が多くなって、燃料カットによる燃料の節約効果が大きくなる。

【0049】

すなわち、1本の燃料噴射弁11で燃料を噴射させる場合(1本噴射)の方が、2本の燃料噴射弁11, 12で燃料を噴射させる場合(2本噴射)よりも、計量精度を維持しつつ1つの気筒について噴射できる最小噴射量 T_{imin} が少なくなる。

一方、減速燃料カット状態では機関回転速度 NE が低くなるほど、噴射再開時の燃料噴射量 T_I が少なくなるから、最小噴射量 T_{imin} が少なくなることで、図4に示したように、燃料噴射を再開させる機関回転速度(リカバー回転速度)をより低くできる。

【0050】

50

そして、燃料噴射を再開させる機関回転速度（リカバー回転速度）が低くなれば、減速燃料カット期間がより長くなるから、図5に示すように、燃費性能がより改善されることになる。換言すれば、2本噴射に比べて1本噴射での最小噴射量 T_{imin} がより少なくなることで、図6に示すように、再開時の燃料噴射を1本噴射とした方が、2本噴射で燃料噴射を再開させる場合に比べて燃費性能がより高くなる。

【0051】

また、図7は、減速燃料カット制御に伴う未燃焼成分（HC）の濃度変化や燃費の変化などを示すタイムチャートであり、減速燃料カット状態から燃料噴射を開始させるときに、第1燃料噴射弁11で噴射させ第2燃料噴射弁12による噴射を休止させる1本噴射を実施することで、第1燃料噴射弁11及び第2燃料噴射弁12で燃料を噴射させる2本噴射に比べて燃費性能が改善される一方、第1燃料噴射弁11のみで噴射させることによって混合気形成への影響は十分に小さく、未燃焼成分（HC）の濃度は2本噴射の場合と略同等に抑えることができる。

10

【0052】

なお、燃料噴射弁11，12の最小パルス幅 T_{i2min} がより短くなれば、2本の燃料噴射弁11，12を共に用いて燃料噴射を再開させる構成としても、より低い機関回転速度になってから燃料噴射を再開させることができる。しかし、最小パルス幅 T_{i2min} をより短くすることは、燃料噴射弁11，12のコストアップを招き、更に、静的噴射量が減少することで、内燃機関の高負荷領域で燃料流量が不足する可能性がある。

【0053】

20

これに対し、2本の燃料噴射弁11，12のうちの1本（燃料噴射弁11）を用いて燃料噴射させる構成であれば、同じ機関運転状態（燃料噴射量 T_I ）における燃料噴射弁11の噴射量が、2本の燃料噴射弁11，12を用いて噴射させる場合よりも増すから、計量精度が悪化しない領域で燃料噴射を行わせることが可能となる。

このため、1本噴射で燃料噴射を再開させる場合、最小パルス幅 T_{i2min} がより短くコストの高い噴射弁を用いることなく、より低い機関回転速度になってから燃料噴射を再開させることができ、また、内燃機関の高負荷領域での燃料流量が不足することを抑制できる。

【0054】

30

また、減速燃料カットの条件を機関回転速度の低下に伴って脱し燃料噴射を再開させるときに、第2燃料噴射弁12を休止させ第1燃料噴射弁11から燃料を噴射させ、係る運転条件以外では、併用噴射モードや交互噴射モードなどにより2本の燃料噴射弁11，12を用いて噴射を行わせることで、1本の燃料噴射弁11による燃料噴射では奏することができない作用効果を得ることができる。

【0055】

すなわち、併用噴射モードでは、各燃料噴射弁11，12の噴射時間が短くなって気化時間が長くなり均質な混合気を形成することができ、交互噴射モードでは、第1燃料噴射弁11又は第2燃料噴射弁によって燃料を噴射してから次に同じ燃料噴射弁を用いて燃料を噴射するまでの時間が長くなって、壁面付着燃料の気化時間（燃料付着から新たな燃料が付着するまでの時間）が長くなるから、併用噴射モードに比べて吸気通路内壁の平衡付着量を低減することができる。

40

【0056】

なお、壁面付着燃料とは、吸気ポート3，4の内壁面に液体の状態で付着した燃料である。

更に、上記の併用噴射モードと交互噴射モードとを内燃機関1の運転条件（機関温度、機関負荷、機関回転速度など）に応じて切り替えることで、冷機状態などでの壁面付着燃料の増大による排気性状の悪化を抑制しつつ、暖機後は、均質な混合気を形成させることができる。

【0057】

ECU21は、ステップS106における切替えタイミング（1本噴射の終了タイミン

50

グ)を、例えば、減速燃料カット条件を脱した時点から所定時間が経過したタイミング又は燃料噴射を再開させてからの積算の噴射回数が所定値に達したタイミングとして検出することができる。

ここで、切替えタイミングの判定に用いる所定時間及び積算噴射回数の所定値は、噴射再開後の噴射パルス幅 T_I の増大に伴い、噴射パルス幅 T_I が $T_{i2min} \times 2$ 以上になると見込まれる期間を判定できるように、予め実験等により適合される。

【0058】

また、ECU21は、噴射パルス幅 T_I と最小パルス幅 T_{i2min} との比較に基づいて切替えタイミングを検出することができる。

つまり、ECU21は、1サイクル当たりの噴射パルス幅 T_I を2本の燃料噴射弁11, 12に割り振っても、各燃料噴射弁11, 12の噴射パルス幅 T_{i2min} 、 T_{isub} が共に最小パルス幅 T_{i2min} 以上となるタイミングで、1本噴射から2本噴射に切り替えることができる。

【0059】

図8のフローチャートは、最小パルス幅 T_{i2min} と噴射パルス幅 T_I との比較に基づいて1本噴射から2本噴射に切り替える制御の一例を示すフローチャートである。

ECU21は、減速燃料カット状態から機関回転速度の低下に基づき1本噴射で燃料噴射を再開させた状態において、図8のフローチャートに示されるルーチンを一定周期毎に割り込み処理する。

【0060】

ECU21は、まず、ステップS201にて、分担噴射フラグFDが零(OFF)であるか否かを検出する。

後述するように、図8のフローチャートに示す切り替え制御において、ECU21は、第1燃料噴射弁11で燃料を噴射させ第2燃料噴射弁12による燃料噴射を休止させている状態(1本噴射)から、第1燃料噴射弁11及び第2燃料噴射弁12を用いて燃料を噴射させる状態(2本噴射)に切り替えた直後の所定期間において、各燃料噴射弁11, 12による燃料噴射の分担率を徐々に変化させるよう構成されている。そして、ECU21は、分担率の変更処理中であるか否かを分担噴射フラグFDに基づいて検出する。

なお、分担噴射フラグFDの初期値は零(OFF)である。

【0061】

そして、ECU21は、分担噴射フラグFDが零(OFF)である場合、換言すれば、第1燃料噴射弁11によって1サイクル当たりの燃料噴射量 T_I の全量を噴射させ、第2燃料噴射弁12の燃料噴射を休止させている場合、ステップS202に進む。

ECU21は、ステップS202で、1本噴射において第1燃料噴射弁11に出力している噴射パルス信号のパルス幅 T_{i2min} 、換言すれば、気筒に1サイクル毎に噴射している総燃料量が、燃料噴射弁11, 12個々の最小パルス幅 T_{i2min} の $A(2 \sim A)$ 倍を超えているか否かを検出する。

【0062】

つまり、ステップS202で、ECU21は、1本噴射から2本噴射に切り替えても、燃料噴射弁11, 12の噴射パルス幅が共に最小パルス幅 T_{i2min} を超えることになるか否かを判別する。

なお、第2燃料噴射弁12による噴射を休止させている(1本噴射)状態での第1燃料噴射弁11のパルス幅 T_{i2min} は、噴射パルス幅 T_I と同じ値であり、第1燃料噴射弁11と第2燃料噴射弁12との双方で燃料噴射させる場合(2本噴射)では、第1燃料噴射弁11のパルス幅 T_{i2min} と第2燃料噴射弁12のパルス幅 T_{isub} との総和が、噴射パルス幅 T_I と同じ値になる。

【0063】

また、最小パルス幅 T_{i2min} は、前述したように、燃料噴射弁11, 12の計量精度が所定値(許容下限値、最小許容精度)よりも高くなるパルス幅の最小値である。

この最小パルス幅 T_{i2min} の2倍の燃料量を気筒に噴射させる運転条件であって、各燃

10

20

30

40

50

料噴射弁 1 1 , 1 2 が同量の燃料を噴射する場合、各燃料噴射弁 1 1 , 1 2 は、それぞれ最小パルス幅 T_{i2min} の燃料を噴射することになり、各燃料噴射弁 1 1 , 1 2 は十分な計量精度で燃料を噴射できることになる。

従って、1 サイクル当たり少なくとも最小パルス幅 T_{i2min} の 2 倍の燃料量を気筒に噴射する運転条件であって、第 1 燃料噴射弁 1 1 の噴射パルス幅 T_{i1main} が T_{i2min} 以上となりかつ第 2 燃料噴射弁 1 2 の噴射パルス幅 T_{i2sub} が T_{i2min} 以上となる運転条件であることが、各燃料噴射弁 1 1 , 1 2 が下限以上の計量精度で燃料を噴射できる条件となる。

【 0 0 6 4 】

そこで、ECU 2 1 は、ステップ S 2 0 2 にて、第 1 燃料噴射弁 1 1 に出力している噴射パルス信号のパルス幅 T_{i1main} 、換言すれば、各気筒における 1 サイクル当たりの燃料噴射量 T_I が最小パルス幅 T_{i2min} の 2 倍以上になってから、第 1 燃料噴射弁 1 1 及び第 2 燃料噴射弁 1 2 を用いた噴射制御（2 本噴射）に移行させる。

これにより、各燃料噴射弁 1 1 , 1 2 のパルス幅 T_{i1main} , T_{i2sub} の少なくとも一方が最小パルス幅 T_{i2min} を下回ることになる状態で、1 本噴射から 2 本噴射に移行させてしまうことを抑制でき、2 本噴射に切り替えた後における空燃比の制御精度の低下を未然に抑制できる。

なお、ECU 2 1 は、2 本噴射において各燃料噴射弁 1 1 , 1 2 から同量の燃料を噴射させる場合でも、 T_{i2min} のばらつきなどを考慮して、1 サイクル当たり気筒に噴射する燃料量が最小パルス幅 T_{i2min} の 2 倍よりも多い量になったことを条件に 2 本噴射に切り替えることができる。

【 0 0 6 5 】

ECU 2 1 は、第 1 燃料噴射弁 1 1 に出力している噴射パルス信号のパルス幅 T_{i1main} が最小パルス幅 T_{i2min} の A 倍以下である場合、そのまま本ルーチンを終了させることで、第 1 燃料噴射弁 1 1 によって 1 サイクル当たりの燃料量の全量を噴射させ第 2 燃料噴射弁 1 2 の燃料噴射を休止させる状態（1 本噴射）を継続させる。

一方、第 1 燃料噴射弁 1 1 に出力している噴射パルス信号のパルス幅 T_{i1main} が最小パルス幅 T_{i2min} の A 倍よりも長い時間になると、ECU 2 1 は、ステップ S 2 0 3 へ進み、分担噴射フラグ FD に 1（ON）を設定し、第 1 燃料噴射弁 1 1 及び第 2 燃料噴射弁 1 2 を用いて燃料噴射を行わせ、かつ、各噴射弁 1 1 , 1 2 の燃料噴射の分担率を徐々に変更する噴射制御（過渡制御）に移行する。

【 0 0 6 6 】

つまり、分担噴射フラグ FD が零（OFF）から 1（ON）に切り替わったタイミングは、図 2 のフローチャートにおいて、ECU 2 1 が、ステップ S 1 0 6 からステップ S 1 0 8 に進む切替えタイミングであり、ECU 2 1 は、分担率を徐々に変更する噴射制御（過渡制御）を終了してから標準の燃料噴射制御を開始させる。

換言すれば、分担率を徐々に変更する噴射制御は、第 1 燃料噴射弁 1 1 のみで燃料噴射を行わせる制御（1 本噴射）から第 1 燃料噴射弁 1 1 及び第 2 燃料噴射弁 1 2 を用いて燃料噴射を行わせる制御（標準の燃料噴射制御、2 本噴射）への切り替え時に過渡的に実施される制御である。

【 0 0 6 7 】

ECU 2 1 は、ステップ S 2 0 3 で分担噴射フラグ FD に 1（ON）を設定すると、次いで、ステップ S 2 0 4 , 2 0 5 に進み、各燃料噴射弁 1 1 , 1 2 の噴射パルス幅 T_{i1main} 、 T_{i2sub} を決定する。

ステップ S 2 0 4 で、ECU 2 1 は、第 1 燃料噴射弁 1 1 の噴射パルス幅 T_{i1main} を、 $T_{i1main} = T_I \times \text{係数 } B$ に設定する。

【 0 0 6 8 】

また、ステップ S 2 0 5 で、ECU 2 1 は、第 2 燃料噴射弁 1 2 の噴射パルス幅 T_{i2sub} を、 $T_{i2sub} = T_I \times (1 - B)$ に設定し、 $T_I = T_{i1main} + T_{i2sub}$ とする。

係数 B の初期値は、0 を超えかつ 0 . 5（50%）未満の値であり（ $0 < \text{係数 } B \text{ の初期値} < 0 . 5$ ）、例えば、 $B = 0 . 4$ （40%）とすることができる。

10

20

30

40

50

係る係数 B により、第 1 燃料噴射弁 1 1 及び第 2 燃料噴射弁 1 2 を用いた噴射制御（2 本）に移行した直後は、第 1 燃料噴射弁 1 1 の噴射量よりも第 2 燃料噴射弁 1 2 の噴射量が多くなる。

【0069】

つまり、ECU 2 1 は、第 1 燃料噴射弁 1 1 及び第 2 燃料噴射弁 1 2 を用いた噴射制御（2 本噴射）に移行した直後において、噴射パルス幅 $T I$ の 50 % を第 1 燃料噴射弁 1 1 に割り振り、残りの 50 % を第 2 燃料噴射弁 1 2 に割り振るのではなく、休止させていた第 2 燃料噴射弁 1 2 の分担率を 50 % よりも高くし（第 2 燃料噴射弁 1 2 のパルス幅 $T i s u b$ を $T I / 2$ よりも多くし）、継続して噴射させる第 1 燃料噴射弁 1 1 の分担率を 50 % よりも低くする（第 1 燃料噴射弁 1 1 のパルス幅 $T i m a i n$ を $T I / 2$ よりも少なくする）
10

なお、係数 B の初期値は、係数 A によって決まる第 2 燃料噴射弁 1 2 による噴射開始時の噴射パルス幅 $T I$ のときに、係数 B の初期値で決まる第 1 燃料噴射弁 1 1 の噴射パルス幅 $T i m a i n$ が最小パルス幅 $T i 2 m i n$ を下回らない値に予め調整される。

【0070】

例えば、係数 B の初期値を 40 % とする場合は、 $T i m a i n = T I \times 40 \%$ が最小パルス幅 $T i 2 m i n$ 以上となるように、係数 A によって決まる第 2 燃料噴射弁 1 2 による噴射開始時の噴射パルス幅 $T I$ を調整する。

ここで、 $T i m a i n = T I \times 40 \% = T i 2 m i n$ とする場合、第 2 燃料噴射弁 1 2 による噴射開始時の噴射パルス幅 $T I$ は、 $T I = T i 2 m i n \times 2.5$ となる。つまり、係数 B の初期値を 40 % とする場合において係数 A を 2.5 以上に設定すれば、第 1 燃料噴射弁 1 1 の噴射パルス幅 $T i m a i n$ は最小パルス幅 $T i 2 m i n$ 以上になり、第 2 燃料噴射弁 1 2 の噴射パルス幅 $T i s u b$ は最小パルス幅 $T i 2 m i n$ よりも長くなる。
20

【0071】

次いで、ECU 2 1 は、ステップ S 2 0 6 に進み、各燃料噴射弁 1 1, 1 2 の分担率を決定する係数 B を所定値 C だけ増大させることで、第 1 燃料噴射弁 1 1 の分担率が 50 % よりも低い値から 50 % に向けて増加し、逆に、第 2 燃料噴射弁 1 2 の分担率が 50 % よりも高い値から 50 % に向けて減少するようにする。

係る係数 B の更新処理によって、ECU 2 1 は、第 1 燃料噴射弁 1 1 による燃料噴射量を、 $T I / 2$ よりも少ない状態から $T I / 2$ に向けて徐々に増大させ、逆に、第 2 燃料噴射弁 1 2 による燃料噴射量を、 $T I / 2$ よりも多い状態から $T I / 2$ に向けて徐々に減少させる。
30

【0072】

分担噴射フラグが 1 (ON) の状態、換言すれば、1 本噴射から 2 本噴射に移行した後の状態では、ECU 2 1 は、ステップ S 2 0 1 からステップ S 2 0 7 に進む。

ステップ S 2 0 7 で、ECU 2 1 は、本ルーチンの前回実行時に更新された係数 B に基づき、第 1 燃料噴射弁 1 1 の噴射パルス幅 $T i m a i n$ ($T i m a i n = T I \times B$) を算出する。

【0073】

次のステップ S 2 0 8 で、ECU 2 1 は、本ルーチンの前回実行時に更新された係数 B に基づき、第 2 燃料噴射弁 1 2 の噴射パルス幅 $T i s u b$ ($T i s u b = T I \times (1 - B)$) を算出する。
40

次いで、ECU 2 1 は、ステップ S 2 0 9 に進み、係数 B（換言すれば、第 1 燃料噴射弁 1 1 の分担率）が 0.5 (50 %) よりも大きくなったか否かを検出する。

【0074】

ここで、係数 B が 0.5 以下である間、つまり、分担率が 50 % に近づく過渡状態である場合、ECU 2 1 は、ステップ S 2 1 0 に進み、係数 B を所定値 C だけ増大させる更新処理を実施し、分担率が 50 % に達するまでは、ステップ S 2 0 7 - ステップ S 2 1 0 の処理を繰り返す。

そして、ECU 2 1 は、ステップ S 2 0 9 にて、係数 B が 0.5 よりも大きいことを検出すると、ステップ S 2 1 1 に進み、分担噴射フラグ F D を零 (OFF) にリセットし、
50

本ルーチンによる分担率制御を終了させ、その後は、標準の燃料噴射制御（ステップ S 109）を実施する。

【0075】

図9のタイムチャートは、図8のフローチャートに示した分担率制御（過渡制御）を実施した場合の各燃料噴射弁11, 12の分担率の推移を例示する。

図9に示した一例では、ECU21は、時刻 t_1 にて減速燃料カット状態から燃料噴射を再開させるときに、まず、第1燃料噴射弁11の分担率を100%として燃料噴射パルス幅 T_I の燃料を第1燃料噴射弁11から噴射させる。

【0076】

ここで、噴射再開直後の第1燃料噴射弁11の噴射パルス幅 $T_{i\text{main}}$ が、最小パルス幅 $T_{i2\text{min}}$ 以上のパルス幅になるように、噴射再開判定に用いられる機関回転速度 N_{ESL2} が設定される。ここで、噴射再開直後の第1燃料噴射弁11の噴射パルス幅 $T_{i\text{main}}$ が安定して最小パルス幅 $T_{i2\text{min}}$ 以上となるように、噴射パルス幅 T_I が最小パルス幅 $T_{i2\text{min}}$ となる平均的な機関回転速度よりも高い回転速度を機関回転速度 N_{ESL2} とすることができる。

ECU21は、時刻 t_2 にて、パルス幅 $T_{i\text{main}}$ が最小パルス幅 $T_{i2\text{min}}$ のA倍よりも長い時間になったことを検出すると、第1燃料噴射弁11の分担率を40%、第2燃料噴射弁12の分担率を60%として、2本の燃料噴射弁11, 12による噴射を行わせる。

【0077】

なお、時刻 t_2 における燃料噴射パルス幅 T_I の40%が最小パルス幅 $T_{i2\text{min}}$ に相当するように係数Aを適合させ、第1燃料噴射弁11が最小パルス幅 $T_{i2\text{min}}$ で燃料を噴射するようにしてある。

その後、ECU21は、第1燃料噴射弁11の分担率を40%から漸増させ、第2燃料噴射弁12の分担率を60%から漸減させ、時刻 t_2 から時刻 t_3 まで期間において、分担率を40%：60%の状態から50%：50%の状態にまで変化させる。

【0078】

上記の切り替え制御によると、各燃料噴射弁11, 12による計量精度が悪化する状態で、2本の燃料噴射弁11, 12による燃料噴射が開始され、空燃比ずれが発生することを抑制できる。

また、噴射を休止させていた第2燃料噴射弁12による燃料噴射を開始するとき、第2燃料噴射弁12による分担率を50%よりも多くすることで、各吸気ポートからシリンダ内に吸引される燃料量の差異が多くなることを抑制でき、均質な混合気の形成に寄与できる。

【0079】

第2燃料噴射弁12による燃料噴射を遅れて再開させるときには、第2燃料噴射弁12が燃料を噴射する第2吸気ポート4における壁面付着燃料量が少ない。このため、壁面付着燃料から気化してシリンダ内に吸引される燃料量が少なく、また、第2燃料噴射弁12から噴射した燃料のうち第2吸気ポート4の壁面に付着する燃料量が多くなり、シリンダ内に吸引される燃料量が相対的に減る。

【0080】

このため、1本噴射から2本噴射に切り替えたときに両燃料噴射弁11, 12の分担率を50%に設定すると、第1燃料噴射弁11が配置される第1吸気ポート3からシリンダ内に供給される燃料の量よりも、第2燃料噴射弁12が配置される第2吸気ポート4からシリンダ内に供給される燃料の量が少なくなると、シリンダ内に形成される混合気の均一性が低下する。

【0081】

そこで、ECU21は、1本噴射から2本噴射に切り替えたときの第2燃料噴射弁12の噴射量を第1燃料噴射弁の噴射量よりも多くすることで、第1吸気ポート3からシリンダ内に供給される燃料の量と、第2吸気ポート4からシリンダ内に供給される燃料の量との差を少なくし、シリンダ内に形成される混合気の均一性を高める。

10

20

30

40

50

つまり、係数 B の初期値（第 1 燃料噴射弁 11 の分担率の初期値）、及び、燃料噴射の分担率の変化速度を規定する所定値 C は、第 1 燃料噴射弁 11 単独での燃料噴射（1 本噴射）から両燃料噴射弁 11, 12 による燃料噴射（2 本噴射）に切り替えたときに両吸気ポート 3, 4 からシリンダ内に吸引される燃料量の差を少なくできるように、予め適合される。

【0082】

なお、係数 B の初期値で決まる第 1 燃料噴射弁 11 の噴射パルス幅 $T_{i\text{main}}$ を最小パルス幅 $T_{i2\text{min}}$ 以上とする必要があるため、係数 B の初期値が 50% よりも小さいほど、第 2 燃料噴射弁 12 による燃料噴射（2 本噴射）を開始するときの噴射パルス幅 T_I をより長いパルス幅に設定することになって 2 本噴射への移行が遅れることになるが、前述のよう

10

【0083】

ここで、ECU 21 は、係数 B の初期値と所定値 C との少なくとも一方を、壁面付着燃料の量や壁面付着燃料からの気化特性に影響する機関運転条件である機関温度、減速燃料カットの継続時間などに応じて可変に設定することができる。

ECU 21 は、例えば、壁面付着燃料量が多くなる冷機時には、係数 B の初期値をより小さく所定値 C をより小さくし、減速燃料カットの継続時間が長く吸気ポート 4 の壁面付着燃料量の減少が多くなるほど、係数 B の初期値をより小さく所定値 C をより小さくすることができる。

20

【0084】

但し、第 1 燃料噴射弁 11 の単独噴射状態で第 1 燃料噴射弁 11 に出力している噴射パルス信号のパルス幅 $T_{i\text{main}}$ （噴射パルス幅 T_I ）が最小パルス幅 $T_{i2\text{min}}$ の A 倍よりも長い時間に達し、両燃料噴射弁 11, 12 による噴射を開始するとき、当初から各燃料噴射弁 11, 12 を 50% の分担率で噴射させる構成とすることができる。

なお、ECU 21 は、減速燃料カット状態から燃料噴射の再開時に、第 2 燃料噴射弁 12 の燃料噴射を休止させ第 1 燃料噴射弁 11 で燃料を噴射させたときに、第 1 燃料噴射弁 11 の故障の有無を診断し、第 1 燃料噴射弁 11 の故障を検出したときに、第 2 燃料噴射弁 12 に切り替えて燃料噴射を行わせることができる。

【0085】

30

ECU 21 は、第 1 燃料噴射弁 11 の故障の有無を、例えば、筒内圧、機関回転速度、空燃比などから検出することができる。つまり、第 1 燃料噴射弁 11 が故障して燃料を噴射しない場合は、当該気筒で燃焼圧が発生せず、燃焼圧が発生しないことで機関回転速度の変動パターンが燃焼状態に適合せず、また、空燃比がオーバーリーンに張り付いたままとなることから、ECU 21 は、第 1 燃料噴射弁 11 の故障の有無を診断できる。

【0086】

以上、好ましい実施形態を参照して本発明の内容を具体的に説明したが、本発明の基本的技術思想及び教示に基づいて、当業者であれば種々の変形態様を採り得ることは自明である。

例えば、第 1 燃料噴射弁 11 と第 2 燃料噴射弁 12 とは、噴射特性が同じである同じ部品を用いることができるが、最小パルス幅 $T_{i2\text{min}}$ が相互に異なる燃料噴射弁 11, 12 を用いることができる。

40

【0087】

そして、第 1 燃料噴射弁 11 の最小パルス幅 $T_{i2\text{min}}$ が、第 2 燃料噴射弁 12 の最小パルス幅 $T_{i2\text{min}}$ よりも短い場合、減速燃料カットから噴射を再開させるときに第 1 燃料噴射弁 11 で噴射させ第 2 燃料噴射弁 12 を休止させるようにする。

これにより、減速燃料カットからの燃料噴射の再開をより低回転になるまで遅延させて、燃費性能をより向上させることができ、また、高負荷領域において第 2 燃料噴射弁 12 による分担率を高めて燃料流量が不足することを抑制できる。

【0088】

50

また、第 1 燃料噴射弁 1 1 と第 2 燃料噴射弁 1 2 とを、異なる吸気ポートにそれぞれ配置する構成に限定されず、同じ吸気ポートに第 1 燃料噴射弁 1 1 及び第 2 燃料噴射弁 1 2 を配置する構成とすることができる。

更に、第 1 燃料噴射弁 1 1 と第 2 燃料噴射弁 1 2 とは、吸気バルブから略同距離の位置に並べて配置することができる他、吸気の流れ方向において上流側と下流側とに離して配置することができる。

【 0 0 8 9 】

また、減速燃料カット状態からアクセルの踏み込みに基づいて燃料噴射を再開するときにも、一方の燃料噴射弁から燃料噴射させ他方の燃料噴射弁の噴射を休止させることができる。

10

また、標準の燃料噴射制御を、交互噴射モード及び併用噴射モードを含む噴射制御に限定するものではなく、1 燃焼サイクル当たりの燃料噴射量を 2 本の燃料噴射弁で分担して噴射する制御が少なくとも実施される構成とすることができる。

【 0 0 9 0 】

また、E C U 2 1 は、減速燃料カットからの噴射再開時に、図 1 に示した燃料噴射弁 1 1 , 1 2 のうち、燃料噴射弁 1 1 の噴射を休止させ、燃料噴射弁 1 2 で燃料噴射させることができる。

また、E C U 2 1 は、減速燃料カットからの噴射再開時に、交互噴射モードによって燃料噴射を制御し、第 1 燃料噴射弁 1 1 による噴射パルス幅 T I の噴射と、第 2 燃料噴射弁 1 2 による噴射パルス幅 T I の噴射とを所定の燃焼サイクル数毎に切り替えることができる。

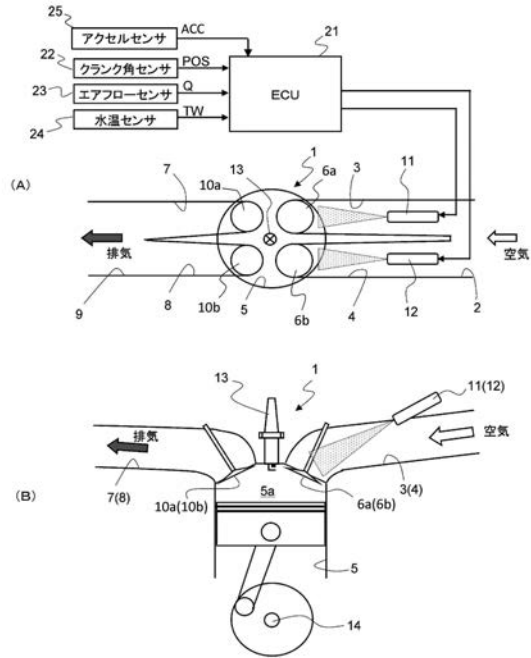
20

【 符号の説明 】

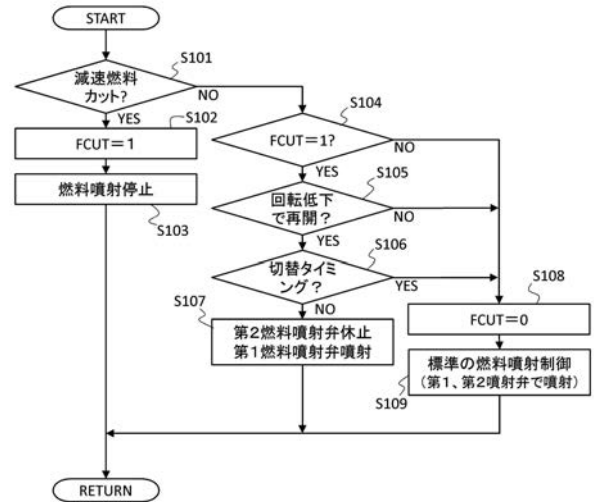
【 0 0 9 1 】

1 ... 内燃機関、3 , 4 ... 吸気ポート、5 ... 気筒、6 a , 6 b ... 吸気バルブ、1 1 ... 第 1 燃料噴射弁、1 2 ... 第 2 燃料噴射弁、2 1 ... 電子コントロールユニット (E C U)

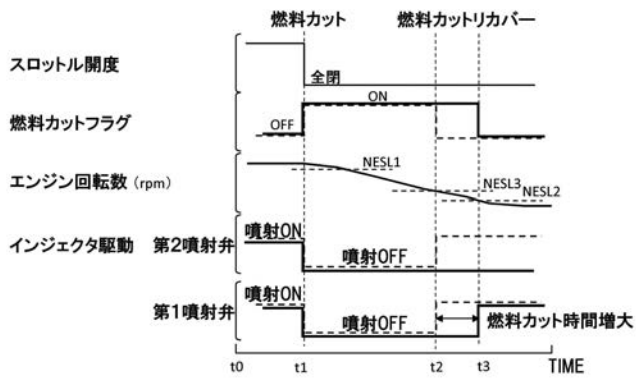
【図 1】



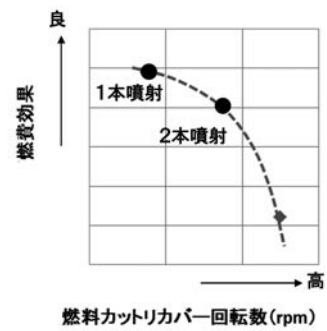
【図 2】



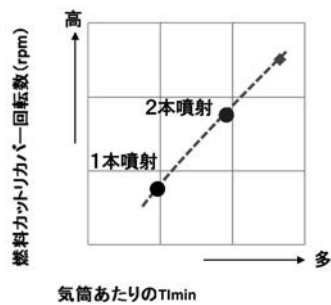
【図 3】



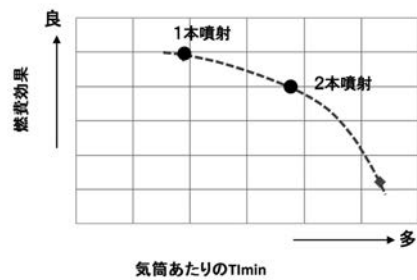
【図 5】



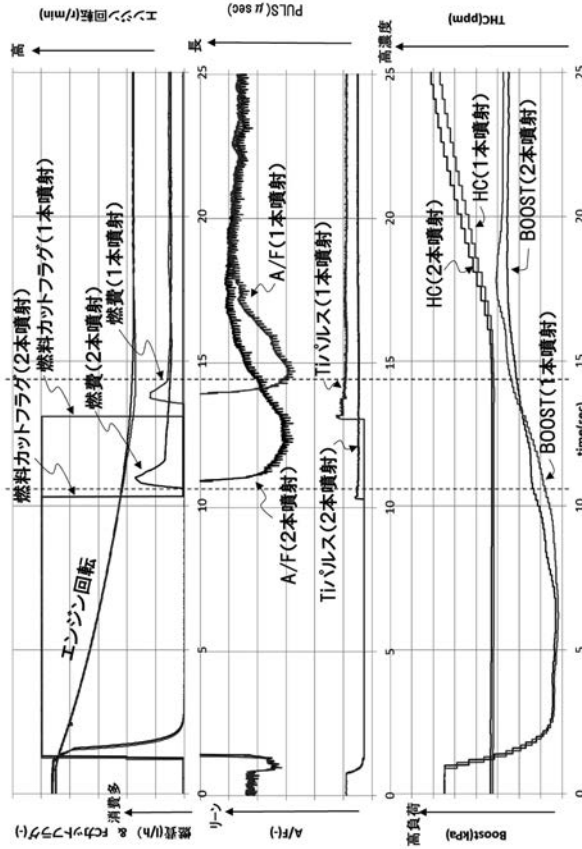
【図 4】



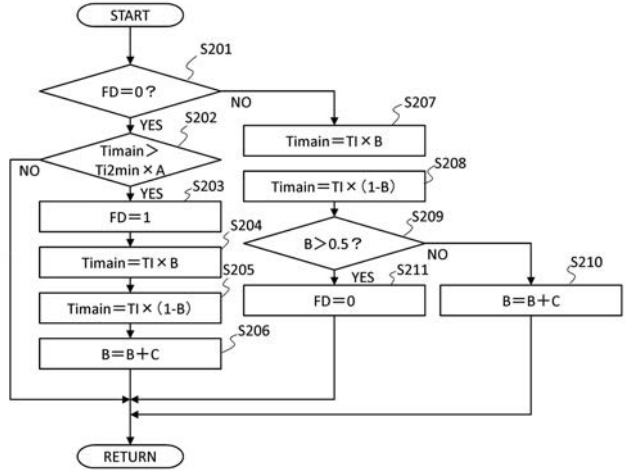
【図 6】



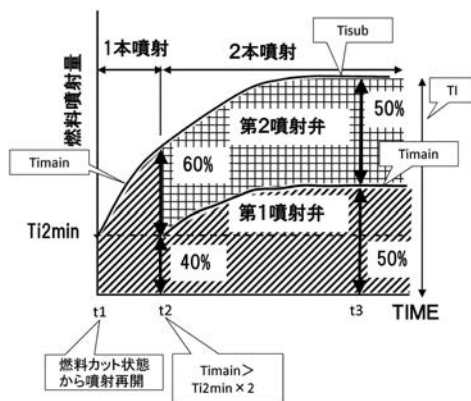
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 村上 智之

群馬県伊勢崎市粕川町 1 6 7 1 番地 1 日立オートモティブシステムズ株式会社内

Fターム(参考) 3G301 HA01 HA10 JA02 KA27 LB02 MA25 PA01Z PE03Z PE08Z PF03Z