

(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2006-132517
(P2006-132517A)

(43) 公開日 平成18年5月25日 (2006.5.25)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2M 53/04 (2006.01)	FO2M 53/04 N	3G066
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00 360A	3G384
FO2M 55/00 (2006.01)	FO2M 55/00 B	
FO2M 61/16 (2006.01)	FO2M 61/16 V	
FO2M 63/00 (2006.01)	FO2M 63/00 P	
審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 31 頁)		

(21) 出願番号	特願2004-360046 (P2004-360046)	(71) 出願人	000003207
(22) 出願日	平成16年12月13日 (2004.12.13)		トヨタ自動車株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2004-295220 (P2004-295220)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(32) 優先日	平成16年10月7日 (2004.10.7)	(74) 代理人	100064746
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 深見 久郎
		(74) 代理人	100085132
			弁理士 森田 俊雄
		(74) 代理人	100112715
			弁理士 松山 隆夫
		(74) 代理人	100112852
			弁理士 武藤 正
		(72) 発明者	秋田 龍彦
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		最終頁に続く	

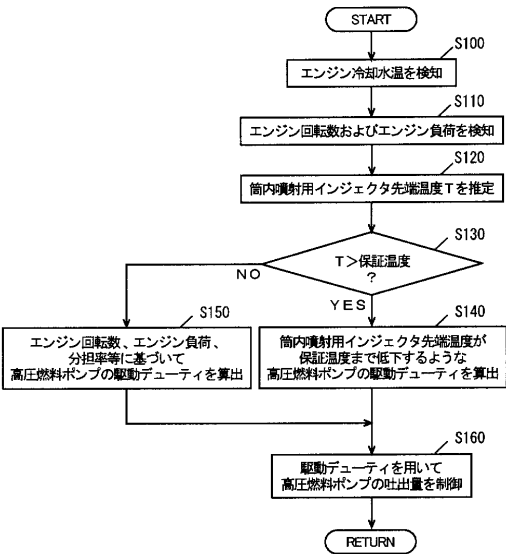
(54) 【発明の名称】 内燃機関の燃料噴射装置および内燃機関の高圧燃料系統の制御装置

(57) 【要約】

【課題】 筒内噴射用インジェクタの噴口に付着するデポジットの形成を抑制する。

【解決手段】 エンジンECUは、エンジン冷却水温を検知するステップ(S100)と、エンジン回転数およびエンジン負荷を検知するステップ(S110)と、エンジン冷却水温、エンジン回転数およびエンジン負荷に基づいて筒内噴射用インジェクタの先端温度を推定するステップ(S120)と、先端温度が保証温度よりも高いと(S130にてYES)、筒内噴射用インジェクタの先端温度が保証温度まで低下するような高圧燃料ポンプの駆動デューティを算出するステップ(S140)と、駆動デューティを用いて高圧燃料ポンプを制御するステップ(S160)とを含む、プログラムを実行する。

【選択図】 図9



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

筒内噴射用燃料噴射弁と吸気通路用燃料噴射弁とを備える内燃機関に対して燃料を供給する内燃機関の燃料噴射装置において、

前記筒内噴射用燃料噴射弁の噴射孔近傍の温度を監視する温度監視手段と、

前記温度監視手段によって得られた噴射孔近傍温度が基準温度以上であるときは、前記筒内噴射用燃料噴射弁が取り付けられる筒内噴射用分配管を含む筒内噴射用燃料供給系内の燃料の循環量を増加させる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】

前記温度監視手段は、筒内噴射用燃料供給系内の燃料温度に基づいて前記噴射孔近傍温度を監視する

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】

前記温度監視手段は、前記内燃機関の冷却水温と前記吸気通路用燃料噴射弁のみによる燃料噴射の時間とに基づいて燃料温度を推定する

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】

前記制御手段は、前記温度監視手段によって得られた燃料温度に基づいて、循環量が増加した状態での燃料循環を行う時間を決定する

ことを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の内燃機関の燃料噴射装置。

【請求項 5】

前記制御手段は、前記噴射孔近傍温度が前記基準温度以上であって、前記吸気通路用燃料噴射弁のみから燃料噴射を行っているときに、燃料の循環量を増加させる

ことを特徴とする請求項 1 ～ 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】

前記筒内噴射用燃料供給系は、前記筒内噴射用燃料噴射弁と、前記筒内噴射用分配管と、燃料タンクから燃料を圧送する低圧燃料ポンプと、該低圧燃料ポンプからの燃料をさらに加圧して前記筒内噴射用分配管に高圧の燃料を圧送する高圧燃料ポンプと、前記筒内噴射用分配管から前記燃料タンクに燃料をリリースするリリース通路と、前記リリース通路に設けられたリリース弁とを備え、

前記制御手段は、前記リリース弁を開くと共に、前記高圧燃料ポンプから圧送する高圧燃料の量を増加させることによって燃料の循環量を増加させる

ことを特徴とする請求項 1 ～ 5 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 7】

前記筒内噴射用燃料供給系は、前記筒内噴射用燃料噴射弁と、前記筒内噴射用分配管と、燃料タンクから燃料を圧送する低圧燃料ポンプと、該低圧燃料ポンプからの燃料をさらに加圧して前記筒内噴射用分配管に高圧の燃料を圧送する高圧燃料ポンプと、前記筒内噴射用分配管から前記燃料タンクに燃料をリリースするリリース通路と、前記リリース通路に設けられたリリース弁とを備え、

前記制御手段は、前記リリース弁を開くと共に、前記高圧燃料ポンプによる昇圧を行わせることなく、前記低圧燃料ポンプから圧送させる燃料の量を増加させることによって燃料の循環量を増加させる

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 8】

筒内噴射用燃料噴射弁と吸気通路用燃料噴射弁とを備える内燃機関に対して燃料を供給する内燃機関の燃料噴射装置において、

前記筒内噴射用燃料噴射弁内の燃料の圧力を監視する圧力監視手段と、

前記筒内噴射用燃料噴射弁が取り付けられる筒内噴射用分配管内の燃料を外部にリリースするリリース手段と、

10

20

30

40

50

前記圧力監視手段によって得られた燃料圧力が基準圧力以上になると、前記リリーフ手段を作動させて前記筒内噴射用分配管内の燃料をリリーフして燃料圧力を低下させ、燃料圧力が前記筒内噴射用燃料噴射弁における最小噴射量限界燃圧になると前記リリーフ手段を停止させる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 9】

前記リリーフ手段は、燃料タンクから燃料を圧送する低圧燃料ポンプと、該低圧燃料ポンプからの燃料をさらに加圧して前記筒内噴射用分配管に高圧の燃料を圧送する高圧燃料ポンプと、前記筒内噴射用分配管から前記燃料タンクに燃料をリリーフするリリーフ通路と、前記リリーフ通路に設けられたリリーフ弁とを備え、

10

前記制御手段は、前記圧力監視手段によって得られた燃料圧力が基準圧力以上になると、前記リリーフ弁を開いて前記筒内噴射用分配管内の燃料をリリーフすると共に、前記高圧燃料ポンプを所定時間作動させて高圧燃料を前記筒内噴射用分配管に圧送し、所定時間経過後は前記低圧燃料ポンプからの低圧燃料を前記筒内噴射用分配管に圧送し、前記圧力監視手段によって得られた燃料圧力が、前記最小噴射量限界燃圧になると前記リリーフ弁を閉じて燃料のリリーフを停止させる

ことを特徴とする請求項 8 に記載の内燃機関の燃料噴射装置。

【請求項 10】

前記リリーフ手段は、燃料タンクから燃料を圧送する低圧燃料ポンプと、該低圧燃料ポンプからの燃料をさらに加圧して前記筒内噴射用分配管に高圧の燃料を圧送する高圧燃料ポンプと、前記筒内噴射用分配管から前記燃料タンクに燃料をリリーフするリリーフ通路と、前記リリーフ通路に設けられたリリーフ弁とを備え、

20

前記制御手段は、前記圧力監視手段によって得られた燃料圧力が基準圧力以上になると、前記リリーフ弁を開いて前記筒内噴射用分配管内の燃料をリリーフすると共に、前記低圧燃料ポンプからの低圧燃料を前記筒内噴射用分配管に圧送し、前記圧力監視手段によって得られた燃料圧力が、前記最小噴射量限界燃圧になると前記リリーフ弁を閉じて燃料のリリーフを停止させる

ことを特徴とする請求項 8 に記載の内燃機関の燃料噴射装置。

【請求項 11】

筒内に燃料を噴射するための第 1 の燃料噴射手段と吸気通路内に燃料を噴射するための第 2 の燃料噴射手段とを備えた内燃機関の高圧燃料系統の制御装置であって、高圧燃料系統は第 1 の燃料噴射手段に燃料を供給する高圧燃料ポンプを含み、

30

前記内燃機関に要求される条件に基づいて、前記第 1 の燃料噴射手段と前記第 2 の燃料噴射手段とで分担して燃料を噴射するように、燃料噴射手段を制御するための手段と、

前記高圧燃料ポンプを制御するための制御手段とを含み、

前記制御手段は、前記第 1 の燃料噴射手段を停止させる領域においても、前記高圧燃料ポンプから燃料が吐出されるように前記高圧燃料ポンプを制御するための手段を含む、内燃機関の高圧燃料系統の制御装置。

【請求項 12】

前記制御装置は、前記第 1 の燃料噴射手段の先端温度を推定するための推定手段をさらに含み、

40

前記制御手段は、前記先端温度に基づいて前記高圧燃料ポンプを制御するための手段を含む、請求項 11 に記載の内燃機関の高圧燃料系統の制御装置。

【請求項 13】

筒内に燃料を噴射するための第 1 の燃料噴射手段と吸気通路内に燃料を噴射するための第 2 の燃料噴射手段とを備えた内燃機関の高圧燃料系統の制御装置であって、高圧燃料系統は第 1 の燃料噴射手段に燃料を供給する高圧燃料ポンプを含み、

前記内燃機関に要求される条件に基づいて、前記第 1 の燃料噴射手段と前記第 2 の燃料噴射手段とで分担して燃料を噴射するように、燃料噴射手段を制御するための手段と、

前記第 1 の燃料噴射手段の先端温度を推定するための推定手段と、

50

前記高圧燃料ポンプを制御するための制御手段とを含み、

前記制御手段は、前記第1の燃料噴射手段による燃料噴射量を減量させる場合においても、前記先端温度に基づいて、前記高圧燃料ポンプから燃料が吐出されるように前記高圧燃料ポンプを制御するための手段を含む、内燃機関の高圧燃料系統の制御装置。

【請求項14】

前記制御手段は、前記先端温度が予め定められた温度以下になるように、前記高圧燃料ポンプからの吐出量を制御するための手段を含む、請求項12または13に記載の内燃機関の高圧燃料系統の制御装置。

【請求項15】

前記推定手段は、内燃機関の温度、内燃機関の回転数および内燃機関の負荷の少なくとも1つに基づいて、前記先端温度を推定するための手段を含む、請求項12～14のいずれかに記載の内燃機関の高圧燃料系統の制御装置。

【請求項16】

前記第1の燃料噴射手段は、筒内噴射用インジェクタであって、

前記第2の燃料噴射手段は、吸気通路用インジェクタである、請求項11～15のいずれかに記載の内燃機関の高圧燃料系統の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、筒内に向けて燃料を噴射する筒内噴射用インジェクタのみを備えた内燃機関または筒内噴射用インジェクタと吸気通路または吸気ポート内に向けて燃料を噴射する吸気通路噴射用インジェクタとを備えた内燃機関における、内燃機関の燃料噴射装置および高圧燃料系統の制御装置に関し、特に、筒内噴射用インジェクタの噴口のデポジット形成を抑制する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

筒内噴射用燃料噴射弁と吸気通路用燃料噴射弁とを備え、これら2つの燃料噴射弁の燃料噴射を制御する内燃機関の燃料噴射装置としては、例えば特許文献1に記載されるものがある。

【0003】

この特許文献1に記載の装置では、各気筒に対応する筒内噴射用燃料噴射弁は共通の燃料分配管に接続されている。この燃料分配管は該燃料分配管に向けて流通可能な逆止弁を介して機関駆動式の高圧ポンプに接続される。高圧ポンプは電磁弁を備えており、この電磁弁の開閉時期を制御することによって、高圧ポンプの燃料吐出量が調節される。

【0004】

そして、この従来の装置では、機関負荷であるアクセルペダルの踏込量が所定の基準値よりも大きい機関高負荷運転時には、吸気行程初期において吸気通路用燃料噴射弁のみから吸気ポートに向けて燃料が噴射される。なお、こうした機関高負荷運転時には、上記電磁弁が全開とされ、高圧ポンプから燃料分配管への燃料供給は停止されている。

【0005】

さらに、機関吸気通路内に燃料を噴射するための吸気通路噴射用インジェクタと、機関燃焼室内に常時燃料を噴射するための筒内噴射用インジェクタとを具備し、機関負荷が予め定められた設定負荷よりも低いときには吸気通路噴射用インジェクタからの燃料噴射を停止するとともに機関負荷が設定負荷よりも高いときには吸気通路噴射用インジェクタから燃料を噴射するようにした内燃機関が公知である。この内燃機関では両燃料噴射弁から噴射される燃料の合計である全噴射量が機関負荷の関数として予め定められており、この全噴射量は機関負荷が高くなるほど増大せしめられる。

【0006】

筒内噴射用インジェクタは、直接に内燃機関の燃焼室に開口するように装着され、燃料ポンプで高い圧力まで加圧して、高圧の燃料を直接に筒内に噴射する。この内燃機関の気

10

20

30

40

50

筒内に燃料を直接噴射する筒内噴射用インジェクタは、圧縮行程の後期に燃料を噴射して気筒内の混合気の混合状態を精密に制御することにより、燃費の向上等を図るようにしている。このように、筒内噴射用インジェクタは、気筒内に燃料を直接噴射するので、燃料の圧力が高い。そのことに起因して、高圧燃料系にはノイズや振動が発生する。特に、内燃機関が軽負荷（アイドル時等）には内燃機関から発生する音が小さいので、高圧燃料系からのノイズや振動が目立つことになる。

【 0 0 0 7 】

また、このような筒内噴射用インジェクタは、燃焼室にその先端（この先端の部分に燃料が噴射される噴口がある）が突出するように設けられるので、噴口にデポジットが付着して、適正に燃料を噴射できない可能性がある。すなわち、筒内噴射用インジェクタの先端部の噴口は、燃焼室内に位置しており、高温雰囲気中で、デポジットが堆積することがある。このようにデポジットが堆積すると所望の燃料量を噴射できない。筒内噴射用インジェクタの先端温度は、燃焼ガスによる受熱による影響が大きく、他にヘッドからの受熱、燃料への放熱などの因子があるが、温度が高いほど、付着物が徐々に噴口をふさぐ傾向が顕著になると考えられる。

10

【 0 0 0 8 】

特開平 9 - 2 1 3 6 9 号公報（特許文献 2）は、このような高圧の燃料供給系を有する内燃機関における、機関低負荷時における機関の燃焼の安定化を図る内燃機関の燃料噴射制御装置を開示する。この内燃機関の燃料噴射制御装置は、燃料を加圧する燃料加圧手段と、燃料加圧手段によって加圧された加圧燃料を弁体の開閉によって噴射制御する燃料噴射手段と、機関へ入力される外部からの負荷を検出する外部負荷検出手段と、外部負荷検出手段によって検出された負荷が所定値以下のとき、燃料加圧手段の圧力を低くする圧力変更手段とを含む。

20

【 0 0 0 9 】

内燃機関の燃料噴射制御装置によると、外部負荷検出手段によって現在、機関へ入力される外部からの負荷が検出され、その検出値が圧力変更手段に向けて出力される。圧力変更手段は、外部負荷検出手段によって検出された検出値に基づいて燃料噴射手段で噴射される燃料加圧手段の加圧力を設定する。そして、燃料噴射手段は設定された加圧力にて燃料を噴射する。外部負荷検出手段によって機関へ入力される外部からの負荷が所定値以下であることが検出されると、圧力変更手段が燃料加圧手段の加圧力を低くするよう制御することによって燃料噴射手段に供給される燃料の圧力は低くなる。燃料圧力が低くなると、高いときに比して燃料噴射手段の弁体開弁速度が速くなるため、弁体がフルリフトするまでの時間を短くして、短い噴射時間で噴射される噴射量を安定させることができる。

30

【特許文献 1】特開平 7 - 1 0 3 0 4 8 号公報（第 2 頁～第 4 頁、図 1、図 6）

【特許文献 2】特開平 9 - 2 1 3 6 9 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

ところで、各噴射弁のうち、筒内噴射用燃料噴射弁はその噴出孔が燃焼室内に露出した状態でシリンダヘッドに取り付けられているので、吸気通路用燃料噴射弁に比べて噴出孔近傍の部分が高温になり易い。筒内噴射用燃料噴射弁の噴出孔近傍が高温になると、ニードルやシート等が膨張し、燃料噴射量がその目標値よりも少なくなる。特に、吸気通路用燃料噴射弁のみから燃料噴射を行っているときは、筒内噴射用燃料噴射弁内での燃料の動きが無く、燃料及び筒内噴射用燃料噴射弁が共に高温になるため、こうした傾向が一層顕著になる。

40

【 0 0 1 1 】

このため、燃料噴射を吸気通路用燃料噴射弁から筒内噴射用燃料噴射弁に切り替えた直後は、一時的にせよ同噴射弁の膨張に起因して燃料噴射量がその目標値よりも少なくなり、空燃比のリーン化が避けられないものとなる。

【 0 0 1 2 】

50

本発明は、上述した従来の問題点を解決するためになされたものであって、筒内噴射用燃料噴射弁における燃料噴射量の変動を抑制することによって、燃焼状態や排気エミッションを良好に維持することのできる内燃機関の燃料噴射装置を提供することを目的とする。

【0013】

また、特許文献2に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置により、機関軽負荷時には、燃料の圧力を低く変更するので、高圧であることに起因する燃料系のノイズや振動（NV：Noise and Vibration）が、低減すると考えられる。さらに、このような機関軽負荷時には、筒内噴射用インジェクタからの燃料噴射を少なくしたり、筒内噴射用インジェクタからの燃料噴射を停止させたり、より燃料を均質に供給できる吸気通路噴射用インジェクタのみにより燃料を噴射させたり、より燃料を均質に供給できる吸気通路噴射用インジェクタからの燃料噴射を増加させたりすることも考えられる。

10

【0014】

しかしながら、このように、筒内噴射用インジェクタから噴射される燃料が減少したり、筒内噴射用インジェクタから燃料が噴射されなくなると、筒内噴射用インジェクタの先端温度が上昇する。これは、燃料の通過による筒内噴射用インジェクタの先端部が冷却されないことに起因する。このような場合には、筒内噴射用インジェクタの先端の噴口の温度が高くなり、付着物が徐々に噴口をふさいでしまう。

【0015】

本発明は、上述の課題を解決するためになされたものであって、その目的は、筒内燃料噴射手段の噴口に付着するデポジットの形成を抑制する内燃機関の高圧燃料系統の制御装置を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0016】

第1の発明は、筒内噴射用燃料噴射弁と吸気通路用燃料噴射弁とを備える内燃機関に対して燃料を供給する内燃機関の燃料噴射装置において、前記筒内噴射用燃料噴射弁の噴射孔近傍の温度を監視する温度監視手段と、前記温度監視手段によって得られた噴射孔近傍温度が基準温度以上であるときは、前記筒内噴射用燃料噴射弁が取り付けられる筒内噴射用分配管を含む筒内噴射用燃料供給系内の燃料の循環量を増加させる制御手段とを備えることを特徴としている。

30

【0017】

この発明によれば、筒内噴射用燃料噴射弁の噴射孔近傍温度が基準温度以上になると、該筒内噴射用燃料噴射弁が取り付けられる筒内噴射用分配管を含む筒内噴射用燃料供給系内の燃料の循環量が増加する。例えば、吸気通路用燃料噴射弁のみから燃料噴射を行っているときのように筒内噴射用燃料系内の燃料が全く移動・循環していないときは、燃料の循環供給が開始され、吸気通路用燃料噴射弁からだけでなく筒内噴射用燃料噴射弁からも比較的少量の燃料噴射を行っているときのように筒内噴射用燃料供給系内の燃料が移動・循環しているときは、燃料の循環量を増加させる。そして、こうした循環量の増加によって筒内噴射用燃料噴射弁に供給されている燃料の温度上昇が抑制されると共に、その燃料によって、筒内噴射用燃料噴射弁、特にその噴射孔近傍を冷却することができる。その結果、筒内噴射用燃料噴射弁の噴射孔近傍の膨張が抑制され、内燃機関の燃焼室に噴射される燃料量を正確に制御することができ、燃焼状態や排気エミッションを良好に維持することができるようになる。

40

【0018】

第2の発明は、前記温度監視手段は、筒内噴射用燃料供給系内の燃料温度に基づいて前記噴射孔近傍温度を監視することを特徴としている。

【0019】

この発明によれば、筒内噴射用燃料供給系内の燃料温度に基づいて噴射孔近傍温度が監視される。燃料は筒内噴射用燃料噴射弁内に充填されているので、燃料温度と噴射孔近傍温度とは近似しており、したがって筒内噴射用燃料供給系内の燃料温度を監視することに

50

よって、噴射孔近傍温度を高い精度で監視することができる。また、筒内噴射用燃料供給系に既設されている燃料温度検出センサを利用できる場合は、これを共用することによって構成の簡素化を図ることができるようになる。

【0020】

第3の発明は、前記温度監視手段は、前記内燃機関の冷却水温と前記吸気通路用燃料噴射弁のみによる燃料噴射の時間とに基づいて燃料温度を推定することを特徴としている。

【0021】

この発明によれば、内燃機関の冷却水温と吸気通路用燃料噴射弁のみによる燃料噴射が行われる時間とに基づいて、筒内噴射用燃料供給系内の燃料温度が推定される。内燃機関の冷却水温は機関温度に相当するものであり、冷却水温（機関温度）が高ければ筒内噴射用燃料供給系内の燃料温度が高いと推定できる。また吸気通路用燃料噴射弁のみによる燃料噴射の時間が長いということは、筒内噴射用燃料噴射弁への燃料噴射が停止されており、滞留した高温の燃料によって筒内噴射用噴射弁の温度が上昇していると推定できる。したがって、これら冷却水温及び燃料噴射時間に基づいて燃料温度を精度良く推定することができる。

10

【0022】

第4の発明は、前記制御手段は、前記温度監視手段によって得られた燃料温度に基づいて、循環量が増加した状態での燃料循環を行う時間を決定することを特徴としている。

【0023】

この発明によれば、筒内噴射用燃料供給系内の燃料温度に基づいて決定された時間、循環量が増加した状態で燃料が循環される。同構成によれば、例えば吸気通路用燃料噴射弁からの燃料噴射だけで内燃機関を駆動している期間の全期間にわたって筒内噴射用燃料供給系の燃料循環を行うようにした場合と比較して、その循環動作に伴う駆動損失の低減を図ることができ、効率よく筒内噴射用燃料噴射弁を冷却することができる。

20

【0024】

第5の発明は、前記制御手段は、前記噴射孔近傍温度が前記基準温度以上であって、前記吸気通路用燃料噴射弁のみから燃料噴射を行っているときに、燃料の循環量を増加させることを特徴としている。

【0025】

この発明によれば、噴射孔近傍温度が基準温度以上であって、吸気通路用燃料噴射弁のみから燃料噴射を行っているときに、燃料の循環量が増加する。同構成によれば、例えば吸気通路用燃料噴射弁からの燃料噴射だけで内燃機関を駆動している期間の全期間にわたって筒内噴射用燃料供給系の燃料循環を行うようにした場合と比較して、その循環動作に伴う駆動損失の低減を図ることができ、効率よく筒内噴射用燃料噴射弁を冷却することができる。

30

【0026】

第6の発明は、前記筒内噴射用燃料供給系は、前記筒内噴射用燃料噴射弁と、前記筒内噴射用分配管と、燃料タンクから燃料を圧送する低圧燃料ポンプと、該低圧燃料ポンプからの燃料をさらに加圧して前記筒内噴射用分配管に高圧の燃料を圧送する高圧燃料ポンプと、前記筒内噴射用分配管から前記燃料タンクに燃料をリリースするリリース通路と、前記リリース通路に設けられたリリース弁とを備え、前記制御手段は、前記リリース弁を開くと共に、前記高圧燃料ポンプから圧送する高圧燃料の量を増加させることによって燃料の循環量を増加させることを特徴としている。

40

【0027】

この発明によれば、燃料タンクから低圧燃料ポンプによって圧送された燃料は、高圧燃料ポンプで加圧されて筒内噴射用分配管に圧送されるので、リリース通路に設けられたリリース弁を開くことによって、燃料は筒内噴射用分配管から燃料タンクにリリースされる。このようにして燃料の循環が実行される。そして、高圧燃料ポンプから圧送する高圧燃料の量を増加させることによって、燃料の循環量が増加する。このように高圧燃料を循環させるようにしたので、燃料噴射を吸気通路用燃料噴射弁から筒内噴射用燃料噴射弁に切

50

り替えたときに、即座に燃料噴射を実行することができる。また、高圧燃料を循環させるようにしたので、低圧燃料を循環させる場合に比べて、より大量の燃料が循環することになり、筒内噴射用燃料噴射弁の冷却を促進することができる。さらに、高圧燃料を循環させるようにしたので、筒内噴射用燃料噴射弁から少量の燃料噴射を実行しているときでも、燃料を循環させることができる。これによって、筒内噴射用燃料噴射弁の噴射孔近傍が膨張することを抑制することができ、適正な燃料噴射を実行することができる。

【0028】

第7の発明は、前記筒内噴射用燃料供給系は、前記筒内噴射用燃料噴射弁と、前記筒内噴射用分配管と、燃料タンクから燃料を圧送する低圧燃料ポンプと、該低圧燃料ポンプからの燃料をさらに加圧して前記筒内噴射用分配管に高圧の燃料を圧送する高圧燃料ポンプと、前記筒内噴射用分配管から前記燃料タンクに燃料をリリースするリリース通路と、前記リリース通路に設けられたリリース弁とを備え、前記制御手段は、前記リリース弁を開くと共に、前記高圧燃料ポンプによる加圧を行わせることなく、前記低圧燃料ポンプから圧送させる燃料の量を増加させることによって燃料の循環量を増加させることを特徴としている。

10

【0029】

この発明によれば、燃料タンクから低圧燃料ポンプによって圧送された燃料は、高圧燃料ポンプによって加圧されることなく低圧のまま筒内噴射用分配管に圧送されるので、リリース通路に設けられたリリース弁を開くことによって、燃料は筒内噴射用分配管から燃料タンクにリリースされる。このようにして燃料の循環が実行される。このように低圧燃料を循環させるようにしたので、内燃機関に大きな負荷をかけることなく、燃料の循環を実行できる。

20

【0030】

第8の発明は、筒内噴射用燃料噴射弁と吸気通路用燃料噴射弁とを備える内燃機関に対して燃料を供給する内燃機関の燃料噴射装置において、前記筒内噴射用燃料噴射弁内の燃料の圧力を監視する圧力監視手段と、前記筒内噴射用燃料噴射弁が取り付けられる筒内噴射用分配管内の燃料を外部にリリースするリリース手段と、前記圧力監視手段によって得られた燃料圧力が基準圧力以上になると、前記リリース手段を作動させて前記筒内噴射用分配管内の燃料をリリースして燃料圧力を低下させ、燃料圧力が前記筒内噴射用燃料噴射弁における最小噴射量限界燃圧になると前記リリース手段を停止させる制御手段とを備えることを特徴としている。

30

【0031】

この発明によれば、筒内噴射用燃料噴射弁内の燃料圧力が基準圧力以上になると、該筒内噴射用燃料噴射弁が取り付けられる筒内噴射用分配管内の燃料が外部にリリースされる。こうした燃料のリリースが行われることによって、筒内噴射用燃料噴射弁に供給されている燃料の圧力を低下させることができる。そして、燃料圧力が筒内噴射用燃料噴射弁における最小噴射量限界燃圧になると、燃料のリリースが停止される。このようにして最小噴射量限界燃圧を確保することによって、最小噴射量での燃料噴射を容易に実行できるようになる。また、燃料圧力が上昇しているときは燃料温度も上昇しているので、燃料をリリースすることによって、筒内噴射用燃料噴射弁に供給されている燃料の温度上昇が抑制されると共に、筒内噴射用燃料噴射弁、特にその噴射孔近傍を冷却することができる。その結果、筒内噴射用燃料噴射弁の噴射孔近傍の膨張が抑制され、内燃機関の燃焼室に噴射される燃料量を正確に制御することができ、燃焼状態や排気エミッションを良好に維持することができるようになる。

40

【0032】

第9の発明は、前記リリース手段は、燃料タンクから燃料を圧送する低圧燃料ポンプと、該低圧燃料ポンプからの燃料をさらに加圧して前記筒内噴射用分配管に高圧の燃料を圧送する高圧燃料ポンプと、前記筒内噴射用分配管から前記燃料タンクに燃料をリリースするリリース通路と、前記リリース通路に設けられたリリース弁とを備え、前記制御手段は、前記圧力監視手段によって得られた燃料圧力が基準圧力以上になると、前記リリース弁

50

を開いて前記筒内噴射用分配管内の燃料をリリースすると共に、前記高圧燃料ポンプを所定時間作動させて高圧燃料を前記筒内噴射用分配管に圧送し、所定時間経過後は前記低圧燃料ポンプからの低圧燃料を前記筒内噴射用分配管に圧送し、前記圧力監視手段によって得られた燃料圧力が、前記最小噴射量限界燃圧になると前記リリース弁を閉じて燃料のリリースを停止させることを特徴としている。

【0033】

この発明によれば、筒内噴射用燃料噴射弁内の燃料圧力が基準圧力以上になると、該筒内噴射用燃料噴射弁が取り付けられる筒内噴射用分配管の燃料が外部にリリースされると共に、高圧燃料ポンプからの高圧燃料が所定時間、筒内噴射用分配管に圧送される。所定時間経過後は、最小噴射量限界燃圧になるまで、低圧燃料ポンプからの低圧燃料を循環させる。このように、先ず高圧燃料を循環させることによって、低圧燃料を循環させる場合と比べて、筒内噴射用燃料噴射弁に供給される燃料及び筒内噴射用燃料噴射弁の冷却を促進することが可能となる。

10

【0034】

第10の発明は、前記リリース手段は、燃料タンクから燃料を圧送する低圧燃料ポンプと、該低圧燃料ポンプからの燃料をさらに加圧して前記筒内噴射用分配管に高圧の燃料を圧送する高圧燃料ポンプと、前記筒内噴射用分配管から前記燃料タンクに燃料をリリースするリリース通路と、前記リリース通路に設けられたリリース弁とを備え、前記制御手段は、前記圧力監視手段によって得られた燃料圧力が基準圧力以上になると、前記リリース弁を開いて前記筒内噴射用分配管内の燃料をリリースすると共に、前記低圧燃料ポンプからの低圧燃料を前記筒内噴射用分配管に圧送し、前記圧力監視手段によって得られた燃料圧力が、前記最小噴射量限界燃圧になると前記リリース弁を閉じて燃料のリリースを停止させることを特徴としている。

20

【0035】

この発明によれば、筒内噴射用燃料噴射弁内の燃料圧力が基準圧力以上になると、該筒内噴射用燃料噴射弁が取り付けられる筒内噴射用分配管の燃料が外部にリリースされると共に、低圧燃料ポンプからの低圧燃料が筒内噴射用分配管に圧送される。これによって、低圧燃料が循環することになるので、筒内噴射用燃料噴射弁内の燃料圧力を速やかに最小噴射量限界燃圧まで下げることが可能となる。

【0036】

第11の発明に係る制御装置は、筒内に燃料を噴射するための第1の燃料噴射手段と吸気通路内に燃料を噴射するための第2の燃料噴射手段とを備えた内燃機関の高圧燃料系統を制御する。高圧燃料系統は第1の燃料噴射手段に燃料を供給する高圧燃料ポンプを含む。この制御装置は、内燃機関に要求される条件に基づいて、第1の燃料噴射手段と第2の燃料噴射手段とで分担して燃料を噴射するように、燃料噴射手段を制御するための手段と、高圧燃料ポンプを制御するための制御手段とを含む。制御手段は、第1の燃料噴射手段を停止させる領域においても、高圧燃料ポンプから燃料が吐出されるように高圧燃料ポンプを制御するための手段を含む。

30

【0037】

この発明によると、第1の燃料噴射手段（筒内噴射用インジェクタ）からの燃料噴射が停止される領域においても、筒内噴射用インジェクタに燃料を供給する高圧燃料ポンプから燃料を吐出させる。高圧燃料ポンプから吐出された燃料は高圧デリバリパイプを通過して筒内噴射用インジェクタに供給される。このようにすると、従来は筒内噴射用インジェクタから燃料は噴射されない領域においては高圧燃料ポンプから高圧デリバリパイプを介して筒内噴射用インジェクタに燃料が供給されないが（たとえば、電磁スピル弁を閉じることなく開いたままの状態にする）、第1の発明によると、筒内噴射用インジェクタまで燃料が送り込まれるので、燃料により筒内噴射用インジェクタの先端部が冷却される。先端部が冷却されると、燃焼室に突出するように設けられる筒内噴射用インジェクタの噴口も冷却されて、デポジットの付着が抑制される。なお、高圧デリバリパイプの端部には、たとえばリリースバルブが設けられ、リリースバルブから燃料タンクに燃料が戻される。そ

40

50

の結果、筒内燃料噴射手段の噴口に付着するデポジットの形成を抑制する内燃機関の高圧燃料系統の制御装置を提供することができる。

【 0 0 3 8 】

第 1 2 の発明に係る制御装置は、第 1 1 の発明の構成に加えて、第 1 の燃料噴射手段の先端温度を推定するための推定手段をさらに含む。制御手段は、先端温度に基づいて高圧燃料ポンプを制御するための手段を含む。

【 0 0 3 9 】

この発明によると、内燃機関の運転状態に基づいて、筒内噴射用インジェクタの先端温度が推定される。推定された先端温度がデポジットを形成する程度の高い温度にならないように高圧燃料ポンプの吐出量が決定される。このため、燃料により筒内噴射用インジェクタを冷却してデポジットの形成を抑制できる。

10

【 0 0 4 0 】

第 1 3 の発明に係る制御装置は、筒内に燃料を噴射するための第 1 の燃料噴射手段と吸気通路内に燃料を噴射するための第 2 の燃料噴射手段とを備えた内燃機関の高圧燃料系統を制御する。高圧燃料系統は第 1 の燃料噴射手段に燃料を供給する高圧燃料ポンプを含む。この制御装置は、内燃機関に要求される条件に基づいて、第 1 の燃料噴射手段と第 2 の燃料噴射手段とで分担して燃料を噴射するように、燃料噴射手段を制御するための手段と、第 1 の燃料噴射手段の先端温度を推定するための推定手段と、高圧燃料ポンプを制御するための制御手段とを含む。制御手段は、第 1 の燃料噴射手段による燃料噴射量を減量させる場合においても、先端温度に基づいて、高圧燃料ポンプから燃料が吐出されるように高圧燃料ポンプを制御するための手段を含む。

20

【 0 0 4 1 】

この発明によると、第 1 の燃料噴射手段（筒内噴射用インジェクタ）から噴射される燃料量が減量される領域においても、筒内噴射用インジェクタに燃料を供給する高圧燃料ポンプから燃料を、筒内噴射用インジェクタの先端温度に基づいて算出される吐出量だけ吐出させる。すなわち、筒内噴射用インジェクタから噴射される燃料量が減量されても高圧燃料ポンプから吐出される燃料を減量しないで、多くの燃料が高圧デリバリパイプを通過して筒内噴射用インジェクタに供給されるようにする。このようにすると、従来は筒内噴射用インジェクタから燃料は噴射されない領域においては高圧燃料ポンプから高圧デリバリパイプを介して筒内噴射用インジェクタに供給される燃料が減量される場合もあったが（たとえば、電磁スピル弁を閉じるタイミングを遅らせる）、第 3 の発明によると、筒内噴射用インジェクタまで多くの燃料が送り込まれるので、燃料により筒内噴射用インジェクタの先端部が冷却される。先端部が冷却されると、燃焼室に突出するように設けられる筒内噴射用インジェクタの噴口も冷却されて、デポジットの付着が抑制される。なお、筒内噴射用インジェクタにおいては燃圧と噴射時間とを制御して、所望の燃料分だけ燃焼室内に燃料が噴射される。その結果、筒内燃料噴射手段の噴口に付着するデポジットの形成を抑制する内燃機関の高圧燃料系統の制御装置を提供することができる。

30

【 0 0 4 2 】

第 1 4 の発明に係る制御装置においては、第 1 2 または 1 3 の発明の構成に加えて、制御手段は、先端温度が予め定められた温度以下になるように、高圧燃料ポンプからの吐出量を制御するための手段を含む。

40

【 0 0 4 3 】

この発明によると、先端温度が予め定められた温度以下になるように、すなわち、先端温度がデポジットを形成する程度の高い温度にならないように、高圧燃料ポンプの吐出量が決定される。このため、燃料により筒内噴射用インジェクタを冷却してデポジットの形成を抑制できる。

【 0 0 4 4 】

第 1 5 の発明に係る制御装置においては、第 1 2 ~ 1 4 のいずれかの発明の構成に加えて、推定手段は、内燃機関の温度、内燃機関の回転数および内燃機関の負荷の少なくとも 1 つに基づいて、先端温度を推定するための手段を含む。

50

【 0 0 4 5 】

この発明によると、内燃機関の温度、内燃機関の回転数および内燃機関の負荷の少なくとも1つに基づいて、正確に先端温度を推定することができる。

【 0 0 4 6 】

第16の発明に係る制御装置においては、第11～15のいずれかの発明の構成に加えて、第1の燃料噴射手段は、筒内噴射用インジェクタであって、第2の燃料噴射手段は、吸気通路用インジェクタである。

【 0 0 4 7 】

この発明によると、第1の燃料噴射手段である筒内噴射用インジェクタと第2の燃料噴射手段である吸気通路噴射用インジェクタとを別個に設けて、筒内噴射用インジェクタの噴口にデポジットの堆積を回避することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 4 8 】

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。以下の説明では、同一の部品には同一の符号を付してある。それらの名称および機能も同じである。したがってそれらについての詳細な説明は繰返さない。

【 0 0 4 9 】

(第1の実施形態)

以下、本発明の第1の実施形態である内燃機関の燃料噴射装置を、図1及び図2を参照しながら説明する。図1は、燃料噴射装置の概略構成を示す模式構成図であり、図2は燃料噴射装置における制御手順を説明するためのフローチャートである。なお、本実施形態では、内燃機関として6気筒ガソリンエンジンに使用される燃料噴射装置について説明する。

20

【 0 0 5 0 】

図1に示すように、燃料噴射装置は、吸気ポート1に燃料を噴射して混合気として燃焼室2内に燃料を噴射供給する低圧燃料供給系3と、燃焼室2内に燃料を直接噴射供給する高圧燃料供給系4とを備えている。低圧燃料供給系3及び高圧燃料供給系4は、燃料タンク5から低圧燃料ポンプ6によって圧送される燃料(低圧燃料という)の通路となる低圧燃料通路7を共用する構成となっている。

【 0 0 5 1 】

低圧燃料供給系3は、低圧燃料通路7に接続される吸気ポート用燃料分配管(デリバリパイプ)8と、該吸気ポート用デリバリパイプ8に取り付けられる6つの吸気通路用燃料噴射弁9とを備えている。この低圧燃料供給系3は、低圧燃料ポンプ6によって低圧燃料通路7を圧送される低圧燃料を、吸気通路用燃料噴射弁9から吸気ポート1に噴射供給する。

30

【 0 0 5 2 】

高圧燃料供給系4は、低圧燃料通路7に接続される高圧燃料ポンプ10と、高圧燃料ポンプ10によって圧送される燃料(高圧燃料という)の通路となる高圧燃料通路11と、高圧燃料通路11に接続される筒内噴射用燃料分配管(デリバリパイプ)12と、筒内噴射用デリバリパイプ12に取り付けられる6つの筒内噴射用燃料噴射弁13とを備えている。この高圧燃料供給系4は、高圧燃料ポンプ10によって高圧燃料通路11を圧送される高圧燃料を、筒内噴射用燃料噴射弁13から燃焼室2に噴射供給する。

40

【 0 0 5 3 】

高圧燃料ポンプ10は、シリンダ14と、シリンダ14内で往復動するプランジャ15と、シリンダ14及びプランジャ15によって区画される加圧室16とを備えている。プランジャ15は、エキゾーストカムシャフト17に取り付けられたカム18の回転に従ってシリンダ14内を往復動する。加圧室16は、低圧燃料通路7に接続されるとともに、高圧燃料通路11に接続されている。

【 0 0 5 4 】

また高圧燃料ポンプ10は、加圧室16と低圧燃料通路7との間を連通・遮断する電磁

50

スピル弁 19 を備えている。電磁スピル弁 19 は、電磁ソレノイド 20 を備え、電磁ソレノイド 20 への印加電圧が制御されることによって開閉動作する。即ち、電磁ソレノイド 20 に対する通電が停止されている場合には、電磁スピル弁 19 がコイルスプリング 21 の付勢力によって開き、低圧燃料通路 7 と加圧室 16 とを連通する。一方、電磁ソレノイド 20 に対して通電されている場合には、電磁スピル弁 19 がコイルスプリング 21 に抗して閉じ、低圧燃料通路 7 と加圧室 16 との間が遮断される。

【0055】

上記構成の高圧燃料ポンプ 10 は、プランジャ 15 が加圧室 16 の容積が大きくなる方向に移動するとき（吸入行程中）には、電磁スピル弁 19 を開いて低圧燃料通路 7 と加圧室 16 とを連通する。これによって、燃料タンク 5 から低圧燃料ポンプ 6 によって圧送された低圧燃料が低圧燃料通路 7 から加圧室 16 内に吸入される。続いて、プランジャ 15 が加圧室 16 の容積が小さくなる方向に移動するとき（圧送行程中）には、電磁スピル弁 19 を閉じて低圧燃料通路 7 と加圧室 16 との間を遮断する。これによって、加圧室 16 内の燃料が加圧されて高圧燃料として高圧燃料通路 11 に圧送される。

10

【0056】

高圧燃料通路 11 は、逆止弁 22 を備えるとともに、筒内噴射用デリバリパイプ 12 に接続されている。逆止弁 22 は高圧燃料ポンプ 10 によって圧送される高圧燃料によって開弁し、高圧燃料は高圧燃料通路 11 を介して筒内噴射用デリバリパイプ 12 内へ圧送される。なお、逆止弁 22 としては低圧燃料ポンプ 6 によって圧送される低圧燃料では開弁しない逆止弁が使用される。

20

【0057】

筒内噴射用デリバリパイプ 12 には 6 つの筒内噴射用燃料噴射弁 13 が取り付けられており、筒内噴射用デリバリパイプ 12 内に圧送された高圧燃料は各筒内噴射用燃料噴射弁 13 から各燃焼室 2 内へ直接噴射される。また、筒内噴射用デリバリパイプ 12 には、該筒内噴射用デリバリパイプ 12 内における高圧燃料の燃料圧力（燃圧という）を検出するための燃圧センサ 23 が設けられている。燃圧センサ 23 によって検出された燃圧は、後述する ECU（Electronic Control Unit：電子制御ユニット）30 に入力される。

【0058】

さらに筒内噴射用デリバリパイプ 12 は、リリーフ通路 24 を介して燃料タンク 5 と接続されており、このリリーフ通路 24 の筒内噴射用デリバリパイプ 12 側の端部には電磁リリーフ弁 25 が設けられている。電磁リリーフ弁 25 は、電磁ソレノイド 26 への印加電圧が制御されることによって開閉動作する。電磁リリーフ弁 25 が開くことによって筒内噴射用デリバリパイプ 12 内の高圧燃料が燃料タンク 5 へリリーフされ、筒内噴射用デリバリパイプ 12 内の燃圧は適当な燃圧で維持される。

30

【0059】

また、低圧燃料通路 7 が加圧室 16 に接続されている接続位置には、逆止弁 28 が設けられたリリーフ通路 27 が接続されており、このリリーフ通路 27 はリリーフ通路 24 に接続されている。これによって、低圧燃料の供給量が過大になり低圧燃料通路 7 内の燃圧が上昇すると逆止弁 28 が開き、低圧燃料がリリーフ通路 27 及びリリーフ通路 24 を介して燃料タンク 5 へリリーフされる。

40

【0060】

上述した構成の燃料噴射装置は、CPU、ROM、RAM、ASIC 及び I/F 等の各種デバイスからなる制御手段としての ECU 30 によって制御される。ECU 30 の ROM には、内燃機関を制御する各種プログラムの 1 つとして、燃料噴射装置を制御するプログラムが記憶されている。さらに ECU 30 の ROM には、内燃機関の冷却水温及び吸気通路用燃料噴射弁 9 のみによる燃料噴射の時間と筒内噴射用デリバリパイプ 12 内の燃圧とが対応付けられたマップが記憶されている。ECU 30 には、内燃機関の冷却水温を検出する水温センサ 31 や燃圧センサ 23 を含む各種センサからの出力信号が入力される。水温センサ 31 及び ECU 30 が温度監視手段を構成する。

【0061】

50

ＥＣＵ３０は、各種センサからの出力信号に基づいて各種プログラムに従って内燃機関を制御する。燃料噴射装置については、電磁スピル弁１９及び電磁リリーフ弁２５の開閉動作、吸気通路用燃料噴射弁９及び筒内噴射用燃料噴射弁１３の燃料噴射タイミングなどがＥＣＵ３０によって制御される。

【００６２】

第１の実施形態の燃料噴射装置は、筒内噴射用燃料噴射弁１３の噴射孔近傍温度を監視し、監視によって得られた噴射孔近傍温度が基準温度以上であると、高圧燃料供給系４内の燃料の循環量を増加させるものである。例えば、吸気通路用燃料噴射弁９のみから燃料噴射を行っており、高圧燃料供給系４内の燃料が全く移動・循環していないときは、燃料の循環を実行する。この燃料の循環を実行するための具体的な制御手順を、図２を参照しながら説明する。

10

【００６３】

ＥＣＵ３０による燃料噴射装置の制御が開始されると、ステップ（以下、ステップをＳと略す）１では、ポート１００％噴射状態であるか否かが判断される。ポート１００％噴射状態とは、吸気通路用燃料噴射弁９のみから燃料噴射を行う燃料噴射状態である。

【００６４】

燃料噴射状態は、機関負荷、例えばアクセルペダルの踏込量に基づいて決定される。例えば、踏込量が第１基準値よりも小さい機関低負荷運転時には、筒内噴射用燃料噴射弁１３のみから燃料噴射を行い、踏込量が第２基準値よりも大きい機関高負荷運転時には、吸気通路用燃料噴射弁９のみから燃料噴射を行う。また、踏込量が第１基準値以上第２基準値以下の機関中負荷運転時には、筒内噴射用燃料噴射弁１３と吸気通路用燃料噴射弁９との両方から所定の割合、例えば２０％：８０％の割合で燃料噴射を行う。このように、ポート１００％噴射状態であるか否かは、機関負荷、例えばアクセルペダルの踏込量に基づいて判断できる。

20

【００６５】

Ｓ１における判断が肯定の場合は、Ｓ２に進む。Ｓ２では、直噴デリバリ内燃温がクライテリア燃温まで上昇するか否かが判断される。直噴デリバリ内燃温とは、筒内噴射用デリバリパイプ１２内の燃料温度のことであり、クライテリア燃温とは、いわゆる危険温度である。このクライテリア燃温が基準温度に相当する。

【００６６】

本来は、筒内噴射用燃料噴射弁１３の噴射孔近傍温度を直接検出することが最も望ましいが、本実施形態では筒内噴射用燃料噴射弁１３に供給されている高圧燃料の温度、即ち筒内噴射用デリバリパイプ１２内の高圧燃料の温度を求めるようにしている。さらに、筒内噴射用デリバリパイプ１２内の高圧燃料の温度を直接検出することに代えて、水温センサ３１によって検出された冷却水温と吸気通路用燃料噴射弁９のみによる燃料噴射の時間とに基づいて、ＥＣＵ３０のＲＯＭに記憶されている冷却水温及び燃料噴射時間と燃料温度との関係を示すマップを参照して、直噴デリバリ内燃温を求めている。そして、求めた燃料温度がクライテリア燃温に達しているか否かを判断する。

30

【００６７】

Ｓ２における判断が肯定の場合は、Ｓ３に進む。Ｓ３では、電磁リリーフ弁２５を作動させて開弁させる。ポート１００％噴射状態では、高圧燃料ポンプ１０の電磁スピル弁１９を常時開弁させているので、吸入行程では加圧室１６内に低圧燃料が流入するけれども、圧送行程でも電磁スピル弁１９を開弁させているので、加圧室１６内の燃料はわずかに加圧されるだけである。このとき、電磁リリーフ弁２５が閉じた状態では、高圧燃料供給系４内を燃料が移動できないので、加圧室１６内の燃料は低圧燃料供給系３に圧送されるか、リリーフ通路２７の逆止弁２８が開いて燃料タンク５にリリーフされる。

40

【００６８】

したがって、電磁リリーフ弁２５を開弁させることによって筒内噴射用デリバリパイプ１２内の燃料が燃料タンク５にリリーフ可能となるので、わずかに加圧された加圧室１６内の燃料は、高圧燃料通路１１の逆止弁２２を開いて筒内噴射用デリバリパイプ１２へ送

50

給される。これによって、高圧燃料供給系 4 内の燃料を循環させることができる。

【0069】

続く S 4 では、水温センサ 3 1 によって検出された冷却水温に基づいて電磁リリーフ弁 2 5 の作動時間が決定される。すなわち、冷却水温が高いときは機関温度が高いときであり、作動時間を長く設定する。逆に、冷却水温が低いときは機関温度が低いときであり、作動時間を短く設定する。

【0070】

S 5 では、作動時間が経過したか否かが判断される。作動時間が経過すると、S 6 に進み、電磁リリーフ弁 2 5 を閉じて燃料の循環を停止する。

【0071】

なお、上述の S 2 における判断が否定の場合は、S 1 に戻る。つまり、ポート 1 0 0 % 噴射状態であっても筒内噴射用デリバリパイプ 1 2 内の燃料温度がクライテリア燃温まで上昇しないと判断された場合は、高圧燃料供給系 4 内の燃料の循環は行わない。

【0072】

上述した燃料噴射装置では、吸気通路用燃料噴射弁 9 のみから燃料噴射を行っており、筒内噴射用デリバリパイプ 1 2 内の燃料温度が危険温度であるクライテリア燃温まで上昇すると判断されたときに、高圧燃料供給系 4 内の燃料の循環が開始される。燃料は高圧燃料供給系 4 内を移動する際に高圧燃料供給系 4 の構成部品を冷却する機能を有しており、燃料が循環することによって、噴射孔近傍温度よりも低い温度の燃料が高圧燃料供給系 4 内を循環することになる。これによって、高圧燃料供給系 4 の構成部品である筒内噴射用燃料噴射弁 1 3 を冷却することができ、噴射孔近傍の膨張が抑制され、内燃機関の燃焼室 2 に噴射される燃料量を正確に制御することができる。

【0073】

上記燃料噴射装置では、高圧燃料供給系 4 内の燃料温度に基づいて噴射孔近傍温度が監視される。燃料は筒内噴射用燃料噴射弁 1 3 内に充填されているので、燃料温度と噴射孔近傍温度とは近似している。したがって、高圧燃料供給系 4 内の燃料温度を監視することによって、噴射孔近傍温度を高い精度で監視することができる。

【0074】

また、上記燃料噴射装置では、高圧燃料供給系 4 内の燃料温度に基づいて噴射孔近傍温度が監視されるので、噴射孔近傍温度を直接測定して監視する場合に比べて、構造が複雑になることを防止できる。即ち、噴射孔近傍温度を直接測定して監視する場合は、比較的小型の部品である筒内噴射用燃料噴射弁に温度検出センサを付加することによって構造が複雑になるけれども、本実施形態では構造が複雑になることを防止できる。

【0075】

上記燃料噴射装置では、高圧燃料供給系 4 内の燃料温度を、水温センサ 3 1 によって検出された内燃機関の冷却水温と吸気通路用燃料噴射弁 9 のみによる燃料噴射の時間とに基づいて推定するので、精度良く推定することができる。すなわち、内燃機関の冷却水温は機関温度に相当するものであり、冷却水温（機関温度）が高ければ高圧燃料供給系 4 内の燃料温度が高いと推定できる。また吸気通路用燃料噴射弁 9 のみによる燃料噴射の時間が長いということは、筒内噴射用燃料噴射弁 1 3 への燃料供給が停止されており、滞留した高温の燃料によって筒内噴射用噴射弁の温度が上昇していると推定できる。したがって、これら冷却水温及び燃料噴射時間に基づいて燃料温度を精度良く推定することができる。

【0076】

また、冷却水温は、内燃機関を制御する際に一般に使用するものであり、水温センサ 3 1 を使用して検出することができる。また吸気通路用燃料噴射弁 9 による燃料噴射時間も、内燃機関を制御する際に使用されるものであり、演算や予め作成されたマップなどに基づいて求めることができる。このように冷却水温と吸気通路用燃料噴射弁 9 による燃料噴射時間とは、新たな構成を追加することなく求めることができるので、容易に本実施形態を実施することができる。

【0077】

10

20

30

40

50

上記燃料噴射装置では、高圧燃料供給系 4 内の燃料温度に基づいて決定された時間だけ、即ち必要な時間だけ燃料の循環を行う。したがって、吸気通路用燃料噴射弁 9 からの燃料噴射だけで内燃機関を駆動している期間の全期間にわたって筒内噴射用燃料供給系の燃料循環を行うようにした場合に比べて、その循環動作に伴う駆動損失の低減を図ることができる、効率よく筒内噴射用燃料噴射弁 1 3 を冷却することができる。また、内燃機関の負荷を小さくできるので、フリクション燃費の悪化を防止して効率よく筒内噴射用燃料噴射弁 1 3 を冷却することができる。

【 0 0 7 8 】

上記燃料噴射装置では、吸気通路用燃料噴射弁 9 のみから燃料噴射を行っており、高圧燃料供給系 4 内の燃料温度が危険温度であるクライテリア燃温まで上昇すると判断されたときに燃料の循環を行う。したがって、吸気通路用燃料噴射弁 9 からの燃料噴射だけで内燃機関を駆動している期間の全期間にわたって筒内噴射用燃料供給系の燃料循環を行うようにした場合に比べて、その循環動作に伴う駆動損失の低減を図ることができ、効率よく筒内噴射用燃料噴射弁 1 3 を冷却することができる。

【 0 0 7 9 】

ところで、従来の装置では、吸気通路用燃料噴射弁のみから燃料噴射を行っているときは、筒内噴射用燃料噴射弁内での燃料の動きが無いので、燃料及び筒内噴射用燃料噴射弁が共に高温になり、燃料による冷却は行われず、筒内噴射用燃料噴射弁の部品が膨張する。例えば燃料噴射量をフィードバック制御する場合、燃料噴射を筒内用燃料噴射弁に切り替えた直後は、噴射弁の膨張が原因で、燃料噴射量は目標値よりも少なくなり、燃焼状態はリーンになってしまう。そこで、従来の装置は目標値を高い値に変更して燃料噴射を行う。その後、筒内噴射用燃料噴射弁からの燃料噴射が継続すると、供給される燃料によって噴射弁が冷却され、部品の膨張が緩和されていくので、燃料噴射量は目標値よりも多くなり、燃焼状態はリッチになる。そこで、従来の装置は目標値を低い値に変更して燃料噴射を行うことになる。このように従来の燃料噴射装置には、燃料噴射を吸気通路用燃料噴射弁から筒内噴射用燃料噴射弁に切り替えた際に、燃料噴射量の変動し、燃焼状態や排気エミッションに影響を与えるという問題がある。

【 0 0 8 0 】

これに対し上記燃料噴射装置では、吸気通路用燃料噴射弁 9 のみから燃料噴射を行っているときに、筒内噴射用燃料噴射弁 1 3 の噴射孔近傍が膨張することを抑制することができるので、燃料噴射を吸気通路用燃料噴射弁 9 から筒内噴射用燃料噴射弁 1 3 に切り替えた際に燃料噴射量を精度よく制御することができる。

【 0 0 8 1 】

上記燃料噴射装置では、燃料タンク 5 から圧送された低圧燃料を高圧燃料ポンプ 1 0 によって加圧することなく高圧燃料供給系 4 に圧送して燃料の循環を行う。したがって、内燃機関に大きな負荷をかけることなく、燃料の循環を実行できる。

【 0 0 8 2 】

以上のように第 1 の実施形態の燃料噴射装置によれば、以下のような効果を得ることができる。

【 0 0 8 3 】

(1) 本実施形態では、吸気通路用燃料噴射弁 9 のみから燃料噴射を行っており、筒内噴射用デリバリパイプ 1 2 内の燃料温度が危険温度であるクライテリア燃温まで上昇すると判断されたときに、高圧燃料供給系 4 内の燃料の循環が開始される。これによって、高圧燃料供給系 4 の構成部品である筒内噴射用燃料噴射弁 1 3 を冷却することができ、噴射孔近傍の膨張が抑制され、内燃機関の燃焼室 2 に噴射される燃料量を正確に制御することができる。その結果、燃焼状態や排気エミッションを良好に維持することができる。

【 0 0 8 4 】

(2) 本実施形態では、高圧燃料供給系 4 内の燃料温度に基づいて噴射孔近傍温度が監視されるので、噴射孔近傍温度を高い精度で監視することができる。

【 0 0 8 5 】

(3) 本実施形態では、高圧燃料供給系 4 内の燃料温度に基づいて噴射孔近傍温度が監視されるので、噴射孔近傍温度を直接測定して監視する場合に比べて、構造が複雑になることを防止できる。

【0086】

(4) 本実施形態では、高圧燃料供給系 4 内の燃料温度を、水温センサ 31 によって検出された内燃機関の冷却水温と吸気通路用燃料噴射弁 9 のみによる燃料噴射の時間とに基づいて推定するので、精度良く推定することができる。また、冷却水温と吸気通路用燃料噴射弁 9 による燃料噴射時間とは、新たな構成を追加することなく求めることができるので、容易に本実施形態を実施することができる。

【0087】

(5) 本実施形態では、高圧燃料供給系 4 内の燃料温度に基づいて決定された時間だけ、即ち必要な時間だけ燃料の循環を行う。これによって、吸気通路用燃料噴射弁 9 からの燃料噴射だけで内燃機関を駆動している期間の全期間にわたって筒内噴射用燃料供給系の燃料循環を行うようにした場合に比べて、その循環動作に伴う駆動損失の低減を図ることができ、効率よく筒内噴射用燃料噴射弁 13 を冷却することができる。また、内燃機関の負荷を小さくできるので、フリクション燃費の悪化を防止して効率よく筒内噴射用燃料噴射弁 13 を冷却することができる。

【0088】

(6) 本実施形態では、吸気通路用燃料噴射弁 9 のみから燃料噴射を行っており、高圧燃料供給系 4 内の燃料温度が危険温度であるクライテリア燃温まで上昇すると判断されたときに燃料の循環を行う。これによって、吸気通路用燃料噴射弁 9 からの燃料噴射だけで内燃機関を駆動している期間の全期間にわたって筒内噴射用燃料供給系の燃料循環を行うようにした場合に比べて、その循環動作に伴う駆動損失の低減を図ることができ、効率よく筒内噴射用燃料噴射弁 13 を冷却することができる。また、吸気通路用燃料噴射弁 9 のみから燃料噴射を行っているときに、筒内噴射用燃料噴射弁 13 の噴射孔近傍が膨張することを抑制することができるので、燃料噴射を吸気通路用燃料噴射弁 9 から筒内噴射用燃料噴射弁 13 に切り替えた際に燃料噴射量を精度よく制御することができる。

【0089】

(7) 本実施形態では、燃料タンク 5 から圧送された低圧燃料を高圧燃料ポンプ 10 によって加圧することなく高圧燃料供給系 4 に圧送して燃料の循環を行うので、内燃機関に大きな負荷をかけることなく、燃料の循環を実行できる。

【0090】

なお、上記第 1 の実施形態は以下のように変更してもよい。

【0091】

・燃料温度が上昇しているときは燃料圧力も上昇しているので、電磁リリーフ弁 25 を開いて燃料を燃料タンク 5 にリリーフすることによって燃料圧力を低下させることができる。したがって、燃料の循環を開始した後、燃圧センサ 23 によって検出された検出燃圧（筒内噴射用デリバリパイプ 12 内の燃料圧力）が、筒内噴射用燃料噴射弁 13 における最小噴射量での燃料噴射が可能な最小噴射量限界燃圧になったときに、燃料の循環を停止させるようにしてもよい。このように制御することによって、燃料噴射を筒内噴射用燃料噴射弁 13 に切り替えたときに、最小噴射量での燃料噴射を行うことができる。

【0092】

・上記実施形態では、高圧燃料ポンプ 10 による低圧燃料の加圧を行うことなく燃料タンク 5 から圧送された低圧燃料を循環させるようにしたけれども、高圧燃料ポンプ 10 による低圧燃料の加圧を行い、高圧燃料を循環させるようにしてもよい。この場合、高圧燃料を循環させるようにしたので、燃料噴射を吸気通路用燃料噴射弁 9 から筒内噴射用燃料噴射弁 13 に切り替えたときに、即座に燃料噴射を実行することができる。また、高圧燃料を循環させるようにしたので、低圧燃料を循環させる場合に比べて、より大量の燃料が循環することになり、筒内噴射用燃料噴射弁 13 の冷却を促進することができる。さらに、高圧燃料を循環させるようにしたので、筒内噴射用燃料噴射弁 13 から少量の燃料噴射

10

20

30

40

50

を実行しているときでも、燃料を循環させることができる。これによって、燃料の噴射量が少なく燃料による筒内噴射用燃料噴射弁 13 の冷却が充分でないために噴射孔近傍が膨張することを抑制することができ、適正な燃料噴射を実行することができる。

【0093】

・上記のように高圧燃料を循環させる場合は、燃料噴射を吸気通路用燃料噴射弁 9 から筒内噴射用燃料噴射弁 13 に切り替えたときに、即座に燃料噴射を実行できるけれども、燃料圧が高すぎると高燃圧噴射によって大量の燃料が噴射されてしまい、筒内噴射用燃料噴射弁 13 における最小噴射量での燃料噴射が困難になる。そこで、高圧燃料の循環を所定時間だけ行った後に高圧燃料ポンプ 10 を停止させて低圧燃料の循環を行い、その後、燃圧センサ 23 によって検出された検出燃圧が最小噴射量限界燃圧になったときに、電磁リリーフ弁 25 を閉じて燃料の循環を停止させるようにする。このように制御することによって、燃料噴射を筒内噴射用燃料噴射弁 13 に切り替えたときに、最小噴射量での燃料噴射を行うことができるようになる。

10

【0094】

・上記実施形態では、吸気通路用燃料噴射弁 9 のみから燃料噴射を行っているいわゆるポート 100% 噴射状態のときに燃料の循環を行うようにしたけれども、吸気通路用燃料噴射弁 9 からだけでなく筒内噴射用燃料噴射弁 13 から比較的少量の燃料噴射を行っているときに、燃料の循環を行うようにしてもよい。例えば吸気通路用燃料噴射弁 9 から 80%、筒内噴射用燃料噴射弁 13 から 20% の割合で燃料噴射を行っているときに行うようにしてもよい。ただし、この場合は筒内噴射用燃料噴射弁 13 から燃料噴射を行うので、上記のように高圧燃料を循環させる必要がある。

20

【0095】

・上記実施形態では、筒内噴射用デリバリパイプ 12 内の燃料温度を、冷却水温と吸気通路用燃料噴射弁 9 のみによる燃料噴射の時間とに基づいてマップを参照して求めるようにしたけれども、温度センサを使用して直接測定してもよい。

【0096】

・上記実施形態では、筒内噴射用燃料噴射弁 13 の噴射孔近傍温度を、筒内噴射用デリバリパイプ 12 内の燃料温度に基づいて監視するようにしたけれども、温度センサを使用して噴射孔温度を直接測定してもよい。

【0097】

30

(第2の実施形態)

続いて、本発明の第2の実施形態を、図3及び図4を参照しながら説明する。第2の実施形態である内燃機関の燃料噴射装置の構成は、図1に示す構成と同じであるので、その詳細な説明は省略し、燃料噴射装置における制御手順を説明する。図3は、第2の実施形態における制御手順を説明するためのフローチャートであり、図4は第2の実施形態における制御状態を示すタイミングチャートである。

【0098】

第2の実施形態の燃料噴射装置は、筒内噴射用燃料噴射弁 13 内の燃料圧力を監視し、監視によって得られた燃料圧力が基準圧力 P1 以上であると、筒内噴射用燃料噴射弁 13 が取り付けられている筒内噴射用デリバリパイプ 12 内の燃料を外部にリリーフする。この燃料をリリーフするための具体的な制御手順及び制御状態を、図3及び図4を参照しながら説明する。なお、図1の構成において、低圧燃料ポンプ 6、高圧燃料ポンプ 10、リリーフ通路 24、電磁リリーフ弁 25 が、リリーフ手段に相当する。

40

【0099】

ECU 30 による燃料噴射装置の制御が開始されると、S11では、ポート 100% 噴射状態であるか否かが判断される。この判断は、上述した図2の S1 と同様に行われる。

【0100】

S11 における判断が肯定の場合は、S12 に進む。S12 では、直噴デリバリ内燃圧が基準圧力 P1 以上であるか否かが判断される。直噴デリバリ内燃圧とは、筒内噴射用デ

50

リバリパイプ 12 内の燃料圧力のことである。本来は、筒内噴射用燃料噴射弁 13 内の燃料圧力を直接検出することが最も望ましいが、燃料は筒内噴射用デリバリパイプ 12 から筒内噴射用燃料噴射弁 13 に供給されるので、直噴デリバリ内燃圧は筒内噴射用燃料噴射弁 13 内の燃料圧力に等しく、したがって直噴デリバリ内燃圧を検出しても問題はない。直噴デリバリ内燃圧は、燃圧センサ 23 によって検出される。この燃圧センサ 23 が圧力監視手段に相当する。そして、検出された燃料圧力が基準圧力 P_1 以上であるか否かが判断される。

【0101】

S12 における判断が肯定の場合は、S13 に進む。S13 では、電磁リリーフ弁 25 を作動させて開弁させる。そして、続く S14 では、高圧燃料ポンプ 10 を作動させる。即ち、図 4 に示すように、基準圧力 P_1 以上であると判断された時刻 t_1 において、電磁リリーフ弁 25 が開弁すると共に、高圧燃料ポンプ 10 が作動する。

10

【0102】

このように電磁リリーフ弁 25 を開弁させることによって筒内噴射用デリバリパイプ 12 内の燃料が燃料タンク 5 にリリーフ可能となり、また高圧燃料ポンプ 10 から高圧燃料が供給されるので、高圧燃料供給系 4 内の燃料を循環させることができる。この燃料の循環によって、直噴デリバリ内燃温及び筒内噴射用燃料噴射弁 13 内の燃料温度を下げることができる（図 4 の燃温のグラフ参照）。但し、高圧燃料を供給しているので、直噴デリバリ内燃圧及び筒内噴射用燃料噴射弁 13 内の燃料圧力は、ほとんど変化しない（図 4 の燃圧のグラフ参照）。

20

【0103】

続く S15 では、高圧燃料ポンプ 10 を作動させてから所定時間 W_1 が経過したか否かが判断される。この所定時間 W_1 は、高圧燃料ポンプ 10 を作動させる時間であり、ECU 30 内の ROM に予め記憶されている。つまり、高圧燃料ポンプ 10 を作動させたときに循環する単位時間当たりの燃料の流量は予めわかっているので、どの程度の時間燃料を循環させると燃料温度がどの程度下がるかという燃料の循環時間と燃料温度の下降値との相関関係を予め求めておくことができ、この相関関係に基づいて所定時間 W_1 を決定する。S15 において所定時間 W_1 が経過したと判断されると、S16 に進む。

【0104】

S16 では、高圧燃料ポンプ 10 を停止させる。高圧燃料ポンプ 10 を停止させるとは、高圧燃料ポンプ 10 の電磁スピル弁 19 を常時開弁状態にすることである。この状態では、上述したように高圧燃料ポンプ 10 の加圧室 16 内の燃料はわずかに加圧されるだけであるが、電磁リリーフ弁 25 が開いているので筒内噴射用デリバリパイプ 12 内の燃料が燃料タンク 5 にリリーフ可能である。したがって、加圧室 16 内でわずかに加圧された燃料が筒内噴射用デリバリパイプ 12 へ送給されるので、高圧燃料供給系 4 内では低圧の燃料が循環することになる。これによって、直噴デリバリ内燃圧が低下する。また、燃料が循環するので、直噴デリバリ内燃温も低下する。

30

【0105】

即ち、図 4 に示すように、高圧燃料ポンプ 10 が作動しかつ電磁リリーフ弁 25 が開いている時刻 t_1 から時刻 t_2 までの所定時間 W_1 においては、燃圧はほとんど低下しないが、燃温は温度 T_1 から温度 T_2 まで低下する。その後、高圧燃料ポンプ 10 が停止しかつ電磁リリーフ弁 25 が開いている期間においては、燃圧が低下すると共に、燃温も低下する。なお、高圧燃料が循環している所定時間 W_1 における燃料温度の低下率は、低圧燃料が循環している期間（時刻 t_2 から時刻 t_3 ）における燃流温度の低下率に比べて、大きい。これは、高圧燃料を循環させる場合の方が、低圧燃料を循環させる場合に比べて、燃料の流量が多いからである。

40

【0106】

S17 では、直噴デリバリ内燃圧が最小噴射量限界燃圧 P_{min} になったか否かが判断される。最小噴射量限界燃圧 P_{min} とは、筒内噴射用燃料噴射弁 13 において燃料の最小噴射量の実行が可能な燃料圧力である。直噴デリバリ内燃圧が最小噴射量限界燃圧 P_{min}

50

inになると、S 1 8に進む。S 1 8では、電磁リリーフ弁 2 5 を閉じて燃料の循環を停止する。即ち、図 4 に示すように、直噴デリバリ内燃圧が最小噴射量限界燃圧 P_{min} になった時刻 t_3 において、電磁リリーフ弁 2 5 が閉じられる。そして、高圧燃料ポンプ 1 0 が停止しかつ電磁リリーフ弁 2 5 が開いている期間（時刻 t_2 から時刻 t_3 まで）においては、燃料圧力が基準圧力 P_1 から最小噴射量限界燃圧 P_{min} まで低下すると共に、燃料温度が温度 T_2 から温度 T_3 まで低下する。

【0107】

なお、上述の S 1 2 における判断が否定の場合は、S 1 1 に戻る。つまり、ポート 1 0 0 % 噴射状態であっても筒内噴射用デリバリパイプ 1 2 内の燃料圧力が基準圧力 P_1 未満の場合は、筒内噴射用デリバリパイプ 1 2 内の燃料のリリーフ、即ち高圧燃料供給系 4 内の燃料の循環は行わない。

10

【0108】

本実施形態では、筒内噴射用燃料噴射弁 1 3 内の燃料圧力が基準圧力 P_1 以上になると、筒内噴射用燃料噴射弁 1 3 が取り付けられる筒内噴射用デリバリパイプ 1 2 内の燃料が燃料タンク 5 にリリーフされる。こうした燃料のリリーフが行われることによって、筒内噴射用燃料噴射弁 1 3 に供給されている燃料の圧力を低下させることができる。そして、燃料圧力が筒内噴射用燃料噴射弁 1 3 における最小噴射量限界燃圧 P_{min} になると、燃料のリリーフが停止される。このようにして最小噴射量限界燃圧 P_{min} を確保することによって、最小噴射量での燃料噴射を容易に実行できるようになる。

【0109】

20

また本実施形態では、筒内噴射用燃料噴射弁 1 3 内の燃料圧力が基準圧力 P_1 以上になると、筒内噴射用燃料噴射弁 1 3 が取り付けられる筒内噴射用デリバリパイプ 1 2 の燃料が燃料タンク 5 にリリーフされると共に、高圧燃料ポンプ 1 0 からの高圧燃料が所定時間 W_1 の間、筒内噴射用デリバリパイプ 1 2 に圧送される。これによって、高圧燃料が循環することになるので、筒内噴射用燃料噴射弁 1 3 に供給されている燃料の温度上昇が抑制されると共に、その燃料によって、筒内噴射用燃料噴射弁 1 3、特にその噴射孔近傍を冷却することができる。その結果、筒内噴射用燃料噴射弁 1 3 の噴射孔近傍の膨張が抑制され、内燃機関の燃焼室に噴射される燃料量を正確に制御することができ、燃焼状態や排気エミッションを良好に維持することができるようになる。所定時間 W_1 の経過後は、最小噴射量限界燃圧 P_{min} になるまで、低圧燃料ポンプ 6 からの低圧燃料を循環させる。このように、先ず高圧燃料を循環させることによって、低圧燃料を循環させる場合と比べて、筒内噴射用燃料噴射弁 1 3 の冷却を促進することが可能となる。

30

【0110】

以上のように第 2 の実施形態の燃料噴射装置によれば、以下のような効果を得ることができる。

【0111】

(1) 本実施形態では、筒内噴射用燃料噴射弁 1 3 内の燃料圧力が基準圧力 P_1 以上になると、筒内噴射用燃料噴射弁 1 3 における最小噴射量限界燃圧 P_{min} になるまで、筒内噴射用デリバリパイプ 1 2 内の燃料が燃料タンク 5 にリリーフされる。このようにして最小噴射量限界燃圧 P_{min} を確保することによって、筒内噴射用燃料噴射弁 1 3 からの最小噴射量での燃料噴射を容易に実行できるようになる。

40

【0112】

(2) 本実施形態では、筒内噴射用デリバリパイプ 1 2 内の燃料を燃料タンク 5 にリリーフさせると共に、先ず高圧燃料を循環させることによって、低圧燃料を循環させる場合と比べて、筒内噴射用燃料噴射弁 1 3 の冷却を促進することが可能となる。その結果、筒内噴射用燃料噴射弁 1 3 の噴射孔近傍の膨張が抑制され、内燃機関の燃焼室に噴射される燃料量を正確に制御することができ、燃焼状態や排気エミッションを良好に維持することができるようになる。

【0113】

なお、上記第 2 実施形態は、以下のように変更してもよい。

50

【0114】

・筒内噴射用燃料噴射弁13内の燃料圧力が基準圧力 P_1 以上になると、筒内噴射用燃料噴射弁13が取り付けられる筒内噴射用デリバリパイプ12の燃料を燃料タンク5にリリースすると共に、高圧燃料ポンプ10を作動させることなく、低圧燃料ポンプ6からの低圧燃料を筒内噴射用デリバリパイプ12に圧送するようにしてもよい。この場合は、低圧燃料が循環することになるので、筒内噴射用燃料噴射弁13内の燃料圧力を速やかに最小噴射量限界燃圧 P_{min} まで下げることが可能となる。

【0115】

(第3の実施形態)

続いて、本発明の第3の実施形態を説明する。図5に、本実施の形態に係る制御装置であるエンジンECUで制御されるエンジンの燃料供給システム90を示す。このエンジンは、V型8気筒のガソリンエンジンであって、各気筒の筒内に燃料を噴射する筒内噴射用インジェクタ110と、各気筒の吸気通路に燃料を噴射する吸気通路噴射用インジェクタ120とを有する。なお、本発明はこのようなエンジンに限定されて適用されるものではなく、他の形式のガソリンエンジンや、コモンレール式ディーゼルエンジンであってもよい。さらに、高圧燃料ポンプは1台に限定されないで、2台以上であってもよい。

10

【0116】

図5に示すように、この燃料供給システム90は、燃料タンクに設けられ、低圧(プレッシャーレギュレータ圧力である400kPa程度)の吐出圧で燃料を供給するフィードポンプ100と、カム210により駆動される高圧燃料ポンプ200と、筒内噴射用インジェクタ110に高圧燃料を供給するための左右のバンク毎に設けられた高圧デリバリパイプ112と、高圧デリバリパイプ112に設けられた左右のバンク各4個ずつの筒内噴射用インジェクタ110と、吸気通路噴射用インジェクタ120に燃料を供給するための左右のバンク毎に設けられた低圧デリバリパイプ122と、低圧デリバリパイプ122に設けられた左右のバンク各4個ずつの吸気通路噴射用インジェクタ120を含む。

20

【0117】

燃料タンクのフィードポンプ100の吐出口は、低圧供給パイプ400に接続され、低圧供給パイプ400は、第1の低圧デリバリ連通パイプ410とポンプ供給パイプ420とに分岐する。第1の低圧デリバリ連通パイプ410は、V型バンクの片方のバンクの低圧デリバリパイプ122との分岐点より下流側で、第2の低圧デリバリ連通パイプ430となり、もう片方のバンクの低圧デリバリパイプ122に接続されている。

30

【0118】

ポンプ供給パイプ420は、高圧燃料ポンプ200の入りに接続される。高圧燃料ポンプ200の入りの手前には、パルセーションダンパー220が設けられ、燃料脈動の低減を図っている。

【0119】

高圧燃料ポンプ200の吐出口は、高圧デリバリ連通パイプ500に接続され、高圧デリバリ連通パイプ500は、V型バンクの片方のバンクの高圧デリバリパイプ112に接続される。V型バンクの片方のバンクの高圧デリバリパイプ112ともう片方のバンクの高圧デリバリパイプ112とは、高圧連通パイプ520により接続される。

40

【0120】

高圧デリバリパイプ112に設けられたリリーフバルブ114は、高圧デリバリリターンパイプ610に接続され、高圧デリバリリターンパイプ610は、高圧燃料ポンプリターンパイプ600に接続される。高圧燃料ポンプ200のリターン口は、高圧燃料ポンプリターンパイプ600に接続される。高圧燃料ポンプリターンパイプ600は、リターンパイプ620に接続され、リターンパイプ620は、燃料タンクに接続される。

【0121】

図6に、図5の高圧燃料ポンプ200付近の拡大図を示す。高圧燃料ポンプ200は、カム210で駆動され上下に摺動するポンププランジャー206と、電磁スピル弁202とリーク機能付きチェックバルブ204とを主な構成部品としている。

50

【 0 1 2 2 】

カム 2 1 0 によりポンププランジャー 2 0 6 が下方方向に移動しているときであって電磁スピル弁 2 0 2 が開いているときに燃料が導入され（吸い込まれ）、カム 2 1 0 によりポンププランジャー 2 0 6 が上方方向に移動しているときに電磁スピル弁 2 0 2 を閉じるタイミングを変更して、高圧燃料ポンプ 2 0 0 から吐出される燃料量を制御する。ポンププランジャー 2 0 6 が上方方向に移動している加圧行程中における電磁スピル弁 2 0 2 を閉じる時期が早いほど多くの燃料が吐出され、遅いほど少ない燃料が吐出される。この最も多く吐出される場合の電磁スピル弁 2 0 2 の駆動デューティを 1 0 0 % とし、この最も少なく吐出される場合の電磁スピル弁 2 0 2 の駆動デューティを 0 % としている。電磁スピル弁 2 0 2 の駆動デューティが 0 % の場合には、電磁スピル弁 2 0 2 は閉じることなく開いたままの状態になり、カム 2 1 0 が回転している限り（エンジンが回転している限り）ポンププランジャー 2 0 6 は上下方向に摺動するが、電磁スピル弁 2 0 2 が閉じないので、燃料は加圧されない。

10

【 0 1 2 3 】

加圧された燃料は、リーク機能付きチェックバルブ 2 0 4（設定圧 6 0 k P a 程度）を押し開けて高圧デリバリ連通パイプ 5 0 0 を介して高圧デリバリパイプ 1 1 2 へ圧送される。このとき、高圧デリバリパイプ 1 1 2 に設けられた燃圧センサにより燃圧がフィードバック制御される。また、前述の通り、V 型の一方のバンクの高圧デリバリパイプ 1 1 2 と他方のバンクの高圧デリバリパイプ 1 1 2 とは、高圧連通パイプ 5 2 0 により連通している。

20

【 0 1 2 4 】

リーク機能付きチェックバルブ 2 0 4 は、通常のチェックバルブ 2 0 4 に細孔を設けたものであって、常時その細孔は開いている。このため、高圧デリバリ連通パイプ 5 0 0 内の燃料の圧力よりも高圧燃料ポンプ 2 0 0（ポンププランジャー 2 0 6）側の燃料の圧力が低くなると（たとえば電磁スピル弁 2 0 2 が開いたまま、エンジンが停止してカム 2 1 0 が停止）、この細孔を通して高圧デリバリ連通パイプ 5 0 0 内の高圧燃料が高圧燃料ポンプ 2 0 0 側に戻ってきて高圧デリバリ連通パイプ 5 0 0 および高圧デリバリパイプ 1 1 2 内の燃料の圧力が低下する。これにより、たとえば、エンジン停止時には高圧デリバリパイプ 1 1 2 内の燃料が高圧でなくなり、筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 からの燃料漏れを回避できる。

30

【 0 1 2 5 】

図 7 に、高圧燃料ポンプ 2 0 0 の吐出量（この吐出量はポンプの駆動デューティで制御される）と筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 の先端温度との関係を表わすマップを示す。図 7 に示すように、高圧燃料ポンプの吐出量が多いほど、多くの燃料により筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 の熱量が奪われるので、筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 がより冷却される。このため筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 の先端温度が低くなる。図 7 に示す保証温度は、筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 の先端の噴口にデポジットが形成されない温度の上限値である。なお、このような高圧燃料ポンプ 2 0 0 の吐出量と筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 の先端温度との関係は、エンジンの温度（たとえば、エンジン冷却水温度）をパラメータとしてもよい。すなわち、異なるエンジン冷却水温度毎に、図 7 に示すような複数のマップを設定しておくようにするとよい。なお、図 7 に示すマップは一例であって、本発明はこのマップに限定されない。

40

【 0 1 2 6 】

図 8 に、エンジン回転数とエンジン負荷とをパラメータとした筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 の先端温度の等温線図を示す。概略的には、エンジン回転数が低いよりも高い領域の方が、エンジン負荷が低いよりも高い領域の方が、筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 の先端温度は高くなる。ただし、図 8 に示すように、エンジン回転数およびエンジン負荷が最高の領域ではなく中間の領域において、最高温度になっている。また、低負荷であっても特定のエンジン回転数において高温である領域が存在する。このような等温線図はエンジン毎に異なるものである。さらに、このようなエンジン回転数とエンジン負荷とをパラメ

50

ータとした筒内噴射用インジェクタ 110 の先端部の等温線図は、エンジンの温度（たとえば、エンジン冷却水温度）をさらなるパラメータとしてもよい。すなわち、異なるエンジン冷却水温度毎に、図 8 に示すような複数のマップを設定しておくようにするとよい。なお、図 8 に示す等温線図は一例であって、本発明はこの等温線図に限定されない。

【0127】

図 9 を参照して、本実施の形態に係る制御装置であるエンジン ECU で実行されるプログラムの制御構造について説明する。

【0128】

S100 にて、エンジン ECU は、エンジン冷却水温を検知する。S110 にて、エンジン ECU は、エンジンの回転数およびエンジン負荷を検知する。S120 にて、エンジン ECU は、筒内噴射用インジェクタ 110 の先端温度 T を推定する。このとき、図 8 に示すような等温線図が用いられる。なお、このとき、エンジン冷却水温、エンジン回転数およびエンジン負荷のいずれかまたは任意の 2 つの組合せ、3 つ全ての組合せのいずれかに基づいて、筒内噴射用インジェクタ 110 の先端温度 T を推定するようにすればよい。

10

【0129】

S130 にて、エンジン ECU は、筒内噴射用インジェクタ 110 の先端温度 T が保証温度よりも高いか否かを判断する。この保証温度は、たとえば図 7 に示す保証温度である。筒内噴射用インジェクタ 110 の先端温度 T が保証温度よりも高いと（S130 にて YES）、処理は S140 へ移される。もしそうでないと（S130 にて NO）、処理は S150 へ移される。

20

【0130】

S140 にて、エンジン ECU は、筒内噴射用インジェクタ 110 の先端温度が保証温度まで低下するような高圧燃料ポンプ 200 の吐出量に対応する駆動デューティを算出する。このとき、図 7 に示すようなマップが用いられる。

【0131】

S150 にて、エンジン ECU は、エンジン回転数、エンジン負荷および分担率（筒内噴射用インジェクタ 110 と吸気通路噴射用インジェクタ 120 との燃料噴射分担率）に基づいて高圧燃料ポンプの吐出量に対応する駆動デューティを算出する。

【0132】

S160 にて、エンジン ECU は、S140 または S150 にて算出された駆動デューティを用いて高圧燃料ポンプ 200 の吐出量を制御する。

30

【0133】

以上のような構造およびフローチャートに基づく、本実施の形態に係る制御装置であるエンジン ECU により制御される高圧燃料系統の動作について、説明する。なお、以下の説明では、筒内噴射用インジェクタ 110 の燃料噴射の状態は、減量状態であっても、噴射停止状態であってもよい。

【0134】

エンジンの作動中に、エンジン冷却水温が検知され（S100）、エンジン回転数およびエンジン負荷が検知される（S110）。これらのエンジン冷却水温、エンジン回転数およびエンジン負荷をパラメータとした図 8 を用いて、筒内噴射用インジェクタ 110 の先端温度 T が推定される（S120）。

40

【0135】

筒内噴射用インジェクタ 110 の先端温度 T が保証温度よりも高いと（S130 にて YES）、筒内噴射用インジェクタ 110 の先端温度が保証温度まで低下するような吐出量になるように、高圧燃料ポンプ 200 の駆動デューティが算出される（S140）。この駆動デューティを用いて電磁スピル弁 202 を閉じるタイミングが制御される（S160）。電磁スピル弁 202 を閉じるタイミングが時期が早いほど多くの燃料が吐出されるので、吐出量を多くするときには駆動デューティを高くする。このようにして、より多くの燃料を高圧燃料ポンプ 200 から吐出させる。

【0136】

50

高圧燃料ポンプ 200 から吐出された燃料は、高圧デリバリ連通パイプ 500 を介して高圧デリバリパイプ 112 に供給され、片方のバンクの筒内噴射用インジェクタ 110 を冷却する。その後、燃料は高圧連通パイプ 520 を通ってもう片方のバンクの高圧デリバリパイプ 112 に流通されて、そのバンクの筒内噴射用インジェクタ 110 を冷却する。高圧デリバリパイプ 112 の端部に設けられたリリーフバルブ 114 を介して高圧デリバリリターンパイプ 610 およびリターンパイプ 620 を通って燃料タンクに戻される。

【0137】

以上のようにして、本実施の形態に係る制御装置によると、筒内噴射用インジェクタの先端温度が、デポジット形成を抑制する保証温度以下になるように、高圧燃料ポンプからの吐出量を制御している。たとえば、筒内噴射用インジェクタからの噴射量が 0 になったり減量される場合であっても、高圧燃料ポンプからの吐出量は、推定された筒内噴射用インジェクタの先端温度を低下させることができる熱容量を有するように決定される。その結果、筒内噴射用インジェクタが燃料で液冷されて、筒内噴射用インジェクタの先端温度が低下されてデポジットの形成を抑制できる。

10

【0138】

<変形例>

以下、本発明の変形例に係る制御装置について説明する。本変形例に係る制御装置は前述の実施の形態と異なるプログラムを実行する。その他のハードウェア構成（図 5，図 6）は同じである。したがって、それらについての詳細な説明は繰返さない。

【0139】

20

本変形例は、筒内噴射用インジェクタ 110 からの燃料噴射量が 0 になる場合（筒内噴射用インジェクタ 110 停止）に限定した高圧燃料ポンプ 200 の制御に関するものである。筒内噴射用インジェクタ 110 からの燃料噴射量が 0 になる場合であっても、高圧燃料ポンプ 200 から全量が吐出されるように高圧燃料ポンプが制御される。このようにすると、高圧燃料ポンプ 200 の最大吐出量の燃料が高圧燃料系統を循環するので、筒内噴射用インジェクタ 110 を大量の燃料で冷却することができ、筒内噴射用インジェクタ 110 の先端の噴口にデポジットが堆積することを最も回避できる。

【0140】

また、同じように、筒内噴射用インジェクタ 110 からの燃料噴射量が 0 になる場合であって、高圧燃料ポンプ 200 を保証温度を上回らないような燃料量を吐出されるように高圧燃料ポンプを制御するようにしてもよい。このようにすると、最大吐出量よりも少ない燃料が高圧燃料系統を循環するので、高圧燃料ポンプにいる損失（フリクションロス）を低減しつつ、筒内噴射用インジェクタ 110 を燃料で冷却することができ、筒内噴射用インジェクタ 110 の先端の噴口にデポジットが堆積することを回避できる。

30

【0141】

<この制御装置が適用されるに適したエンジン（その 1）>

以下、本実施の形態に係る制御装置が適用されるに適したエンジン（その 1）について説明する。

【0142】

図 10 および図 11 を参照して、エンジン 10 の運転状態に対応させた情報である、筒内噴射用インジェクタ 110 と吸気通路噴射用インジェクタ 120 との噴き分け比率（以下、DI 比率（ r ）とも記載する。）を表わすマップについて説明する。これらのマップは、エンジン ECU 300 の ROM 320 に記憶される。図 10 は、エンジン 10 の温間用マップであって、図 11 は、エンジン 10 の冷間用マップである。

40

【0143】

図 10 および図 11 に示すように、これらのマップは、エンジン 10 の回転数を横軸にして、負荷率を縦軸にして、筒内噴射用インジェクタ 110 の分担比率が DI 比率 r として百分率で示されている。

【0144】

図 10 および図 11 に示すように、エンジン 10 の回転数と負荷率とに定まる運転領域

50

ごとに、D I 比率 r が設定されている。「D I 比率 $r = 100\%$ 」とは、筒内噴射用インジェクタ 110 からのみ燃料噴射が行なわれる領域であることを意味し、「D I 比率 $r = 0\%$ 」とは、吸気通路噴射用インジェクタ 120 からのみ燃料噴射が行なわれる領域であることを意味する。「D I 比率 $r = 0\%$ 」、「D I 比率 $r = 100\%$ 」および「 $0\% < \text{D I 比率 } r < 100\%$ 」とは、筒内噴射用インジェクタ 110 と吸気通路噴射用インジェクタ 120 とで燃料噴射が分担して行なわれる領域であることを意味する。なお、概略的には、筒内噴射用インジェクタ 110 は、出力性能の上昇に寄与し、吸気通路噴射用インジェクタ 120 は、混合気の均一性に寄与する。このような特性の異なる 2 種類のインジェクタを、エンジン 10 の回転数と負荷率とで使い分けることにより、エンジン 10 が通常運転状態（たとえば、アイドル時の触媒暖気時が、通常運転状態以外の非通常運転状態の一例であるといえる）である場合には、均質燃焼のみが行なわれるようにしている。 10

【0145】

さらに、これらの図 10 および図 11 に示すように、温間時のマップと冷間時のマップとに分けて、筒内噴射用インジェクタ 110 と吸気通路噴射用インジェクタ 120 の D I 分担率 r を規定した。エンジン 10 の温度が異なると、筒内噴射用インジェクタ 110 および吸気通路噴射用インジェクタ 120 の制御領域が異なるように設定されたマップを用いて、エンジン 10 の温度を検知して、エンジン 10 の温度が予め定められた温度しきい値以上であると図 10 の温間時のマップを選択して、そうではないと図 11 に示す冷間時のマップを選択する。それぞれ選択されたマップに基づいて、エンジン 10 の回転数と負荷率とに基づいて、筒内噴射用インジェクタ 110 および / または吸気通路噴射用インジェクタ 120 を制御する。 20

【0146】

図 10 および図 11 に設定されるエンジン 10 の回転数と負荷率について説明する。図 10 の NE (1) は 2500 ~ 2700 rpm に設定され、KL (1) は 30 ~ 50 %、KL (2) は 60 ~ 90 % に設定されている。また、図 11 の NE (3) は 2900 ~ 3100 rpm に設定されている。すなわち、NE (1) < NE (3) である。その他、図 10 の NE (2) や、図 11 の KL (3)、KL (4) も適宜設定されている。

【0147】

図 10 および図 11 を比較すると、図 10 に示す温間用マップの NE (1) よりも図 11 に示す冷間用マップの NE (3) の方が高い。これは、エンジン 10 の温度が低いほど、吸気通路噴射用インジェクタ 120 の制御領域が高いエンジン回転数の領域まで拡大されることを示す。すなわち、エンジン 10 が冷えている状態であるので、（たとえば、筒内噴射用インジェクタ 110 から燃料を噴射しなくても）筒内噴射用インジェクタ 110 の噴口にデポジットが堆積しにくい。このため、吸気通路噴射用インジェクタ 120 を使って燃料を噴射する領域を拡大するように設定され、均質性を向上させることができる。 30

【0148】

図 10 および図 11 を比較すると、エンジン 10 の回転数が、温間用マップにおいては NE (1) 以上の領域において、冷間用マップにおいては NE (3) 以上の領域において、「D I 比率 $r = 100\%$ 」である。また、負荷率が、温間用マップにおいては KL (2) 以上の領域において、冷間用マップにおいては KL (4) 以上の領域において、「D I 比率 $r = 100\%$ 」である。これは、予め定められた高エンジン回転数領域では筒内噴射用インジェクタ 110 のみを使用されること、予め定められた高エンジン負荷領域では筒内噴射用インジェクタ 110 のみを使用されることを示す。すなわち、高回転領域や高負荷領域においては、筒内噴射用インジェクタ 110 のみで燃料を噴射しても、エンジン 10 の回転数や負荷が高く吸気量が多いので筒内噴射用インジェクタ 110 のみでも混合気を均質化しやすいためである。このようにすると、筒内噴射用インジェクタ 110 から噴射された燃料は燃焼室内で気化潜熱を伴い（燃焼室から熱を奪い）気化される。これにより、圧縮端での混合気の温度が下がる。これにより対ノッキング性能が向上する。また、燃焼室の温度が下がるので、吸入効率が向上し高出力が見込める。 40 50

【 0 1 4 9 】

図 1 0 に示す温間マップでは、負荷率 $KL(1)$ 以下では、筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 のみが用いられる。これは、エンジン 1 0 の温度が高いときであって、予め定められた低負荷領域では筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 のみが使用されるということを示す。これは、温間時においてはエンジン 1 0 が暖まった状態であるので、筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 の噴口にデポジットが堆積しやすい。しかしながら、筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 を使って燃料を噴射することにより噴口温度を低下させることができるので、デポジットの堆積を回避することも考えられ、また、筒内噴射用インジェクタの最小燃料噴射量を確保して、筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 を閉塞させないことも考えられ、このために、筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 を用いた領域としている。

10

【 0 1 5 0 】

図 1 0 および図 1 1 を比較すると、図 1 1 の冷間用マップにのみ「 DI 比率 $r = 0\%$ 」の領域が存在する。これは、エンジン 1 0 の温度が低いときであって、予め定められた低負荷領域 ($KL(3)$ 以下) では吸気通路噴射用インジェクタ 1 2 0 のみが使用されるということを示す。これはエンジン 1 0 が冷えていてエンジン 1 0 の負荷が低く吸気量も低いため燃料が霧化しにくい。このような領域においては筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 による燃料噴射では良好な燃焼が困難であるため、また、特に低負荷および低回転数の領域では筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 を用いた高出力を必要としないため、筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 を用いないで、吸気通路噴射用インジェクタ 1 2 0 のみを用いる。

20

【 0 1 5 1 】

また、通常運転時以外の場合、エンジン 1 0 がアイドル時の触媒暖気時の場合 (非通常運転状態であるとき)、成層燃焼を行なうように筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 が制御される。このような触媒暖気運転中にのみ成層燃焼させることで、触媒暖気を促進させ、排気エミッションの向上を図る。

【 0 1 5 2 】

< この制御装置が適用されるに適したエンジン (その 2) >

以下、本実施の形態に係る制御装置が適用されるに適したエンジン (その 2) について説明する。なお、以下のエンジン (その 2) の説明において、エンジン (その 1) と同じ説明については、ここでは繰り返さない。

30

【 0 1 5 3 】

図 1 2 および図 1 3 を参照して、エンジン 1 0 の運転状態に対応させた情報である、筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 と吸気通路噴射用インジェクタ 1 2 0 との噴き分け比率を表わすマップについて説明する。これらのマップは、エンジン $ECU300$ の $ROM320$ に記憶される。図 1 2 は、エンジン 1 0 の温間用マップであって、図 1 3 は、エンジン 1 0 の冷間用マップである。

【 0 1 5 4 】

図 1 2 および図 1 3 を比較すると、以下の点で図 1 0 および図 1 1 と異なる。エンジン 1 0 の回転数が、温間用マップにおいては $NE(1)$ 以上の領域において、冷間用マップにおいては $NE(3)$ 以上の領域において、「 DI 比率 $r = 100\%$ 」である。また、負荷率が、温間用マップにおいては低回転数領域を除く $KL(2)$ 以上の領域において、冷間用マップにおいては低回転数領域を除く $KL(4)$ 以上の領域において、「 DI 比率 $r = 100\%$ 」である。これは、予め定められた高エンジン回転数領域では筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 のみが使用されること、予め定められた高エンジン負荷領域では筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 のみが使用される領域が多いことを示す。しかしながら、低回転数領域の高負荷領域においては、筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 から噴射された燃料により形成される混合気のミキシングが良好ではなく、燃焼室内の混合気が不均質で燃焼が不安定になる傾向を有する。このため、このような問題が発生しない高回転数領域へ移行するに伴い筒内噴射用インジェクタの噴射比率を増大させるようにしている。また、このような問題が発生する高負荷領域へ移行するに伴い筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 の噴射比率を減少させるようにしている。これらの DI 比率 r の変化を図 1 2 および図 1 3 に十字の

40

50

矢印で示す。このようにすると、燃焼が不安定であることに起因するエンジンの出力トルクの変動を抑制することができる。なお、これらのことは、予め定められた低回転数領域へ移行するに伴い筒内噴射用インジェクタ１１０の噴射比率を減少させることや、予め定められた低負荷領域へ移行するに伴い筒内噴射用インジェクタ１１０の噴射比率を増大させることと、略等価であることを確認的に記載する。また、このような領域（図１２および図１３で十字の矢印が記載された領域）以外の領域であって筒内噴射用インジェクタ１１０のみで燃料を噴射している領域（高回転側、低負荷側）においては、筒内噴射用インジェクタ１１０のみでも混合気を均質化しやすい。このようにすると、筒内噴射用インジェクタ１１０から噴射された燃料は燃焼室内で気化潜熱を伴い（燃焼室から熱を奪い）気化される。これにより、圧縮端での混合気の温度が下がる。これにより対ノッキング性能が向上する。また、燃焼室の温度が下がるので、吸入効率が向上し高出力が見込める。

10

【０１５５】

なお、図１０～図１３を用いて説明したこのエンジン１０においては、均質燃焼は筒内噴射用インジェクタ１１０の燃料噴射タイミングを吸気行程とすることにより、成層燃焼は筒内噴射用インジェクタ１１０の燃料噴射タイミングを圧縮行程とすることにより実現できる。すなわち、筒内噴射用インジェクタ１１０の燃料噴射タイミングを圧縮行程とすることで、点火プラグ周りにリッチ混合気が偏在させることにより燃焼室全体としてはリーンな混合気に着火する成層燃焼を実現することができる。また、筒内噴射用インジェクタ１１０の燃料噴射タイミングを吸気行程としても点火プラグ周りにリッチ混合気を偏在させることができれば、吸気行程噴射であっても成層燃焼を実現できる。

20

【０１５６】

また、ここでいう成層燃焼には、成層燃焼と以下に示す弱成層燃焼の双方を含むものである。弱成層燃焼とは、吸気通路噴射用インジェクタ１２０を吸気行程で燃料噴射して燃焼室全体にリーンで均質な混合気を生成して、さらに筒内噴射用インジェクタ１１０を圧縮行程で燃料噴射して点火プラグ周りにリッチな混合気を生成して、燃焼状態の向上を図るものである。このような弱成層燃焼は触媒暖気時に好ましい。これは、以下の理由による。すなわち、触媒暖気時には高温の燃焼ガスを触媒に到達させるために点火時期を大幅に遅角させ、かつ良好な燃焼状態（アイドル状態）を維持する必要がある。また、ある程度の燃料量を供給する必要がある。これを成層燃焼で行なおうとしても燃料量が少ないという問題があり、これを均質燃焼で行なおうとしても良好な燃焼を維持するために遅角量が成層燃焼に比べて小さいという問題がある。このような観点から、上述した弱成層燃焼を触媒暖気時に用いることが好ましいが、成層燃焼および弱成層燃焼のいずれであっても構わない。

30

【０１５７】

また、図１０～図１３を用いて説明したエンジンにおいては、筒内噴射用インジェクタ１１０による燃料噴射のタイミングは、以下のような理由により、圧縮行程で行なうことが好ましい。ただし、上述したエンジン１０は、基本的な大部分の領域には（触媒暖気時にのみに行なわれる、吸気通路噴射用インジェクタ１２０を吸気行程噴射させ、筒内噴射用インジェクタ１１０を圧縮行程噴射させる弱成層燃焼領域以外を基本的な領域という）、筒内噴射用インジェクタ１１０による燃料噴射のタイミングは、吸気行程である。しかしながら、以下に示す理由があるので、燃焼安定化を目的として一時的に筒内噴射用インジェクタ１１０の燃料噴射タイミングを圧縮行程噴射とするようにしてもよい。

40

【０１５８】

筒内噴射用インジェクタ１１０からの燃料噴射時期を圧縮工程中とすることで、筒内温度がより高い時期において、燃料噴射により混合気が冷却される。冷却効果が高まるので、対ノック性を改善することができる。さらに、筒内噴射用インジェクタ１１０からの燃料噴射時期を圧縮工程中とすると、燃料噴射から点火時期までの時間が短いことから噴霧による気流の強化を実現でき、燃焼速度を上昇させることができる。これらの対ノック性の向上と燃焼速度の上昇とから、燃焼変動を回避して、燃焼安定性を向上させることができる。

50

【 0 1 5 9 】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 6 0 】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態である内燃機関の燃料噴射装置の概略構成を示す模式構成図である。

【図 2】燃料噴射装置における制御手順を説明するためのフローチャートである。

10

【図 3】第 2 の実施形態における制御手順を説明するためのフローチャートである。

【図 4】第 2 の実施形態における制御状態を示すタイミングチャートである。

【図 5】第 3 の実施形態に係る制御装置により制御されるガソリンエンジンの燃料供給システムの全体概要図である。

【図 6】図 5 の部分拡大図である。

【図 7】高圧燃料ポンプの吐出量と筒内噴射用インジェクタの先端温度との関係を表わす図である。

【図 8】エンジン回転数とエンジン負荷とをパラメータとした筒内噴射用インジェクタの先端温度の等温線図である。

【図 9】第 3 の実施形態に係る制御装置であるエンジン ECU で実行されるプログラムの制御構造を示すフローチャートである。

20

【図 10】第 3 の実施形態に係る制御装置が適用されるエンジン（その 1）の温間時の D I 比率マップを表わす図である。

【図 11】本発明の実施形態に係る制御装置が適用されるエンジン（その 1）の冷間時の D I 比率マップを表わす図である。

【図 12】本発明の実施形態に係る制御装置が適用されるエンジン（その 2）の温間時の D I 比率マップを表わす図である。

【図 13】本発明の実施形態に係る制御装置が適用されるエンジン（その 3）の冷間時の D I 比率マップを表わす図である。

【符号の説明】

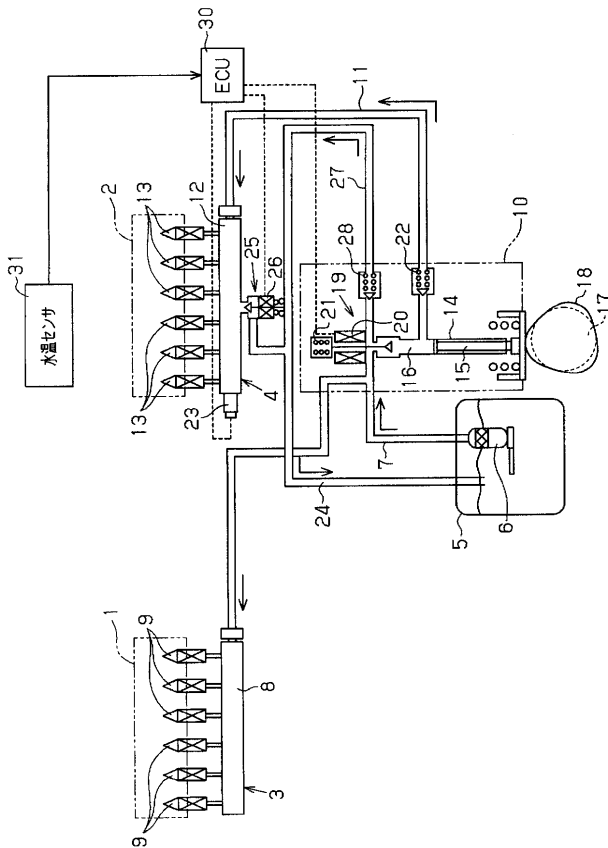
30

【 0 1 6 1 】

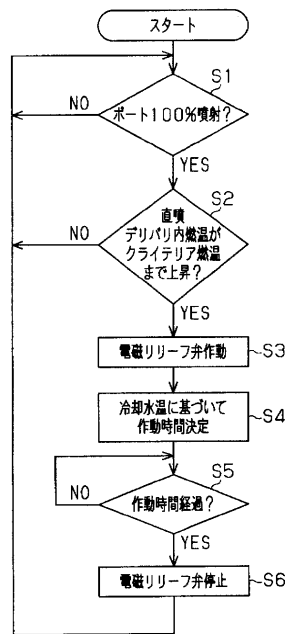
1 吸気ポート、2 燃焼室、3 低圧燃料供給系、4 高圧燃料供給系、5 燃料タンク、6 低圧燃料ポンプ、8 吸気ポート用燃料分配管（デリバリパイプ）、9 吸気通路用燃料噴射弁、10 高圧燃料ポンプ、12 筒内噴射用燃料分配管（デリバリパイプ）、13 筒内噴射用燃料噴射弁、19 電磁スピル弁、24, 27 リリーフ通路、25 電磁リリーフ弁、30 ECU、31 水温センサ、P1 基準圧力、Pmin 最小噴射量限界燃圧、T1, T2, T3 燃料の温度、W1 所定時間（高圧燃料ポンプの作動時間）、90 燃料供給システム、100 フィードポンプ、110 筒内噴射用インジェクタ、112 高圧デリバリパイプ、114 リリーフバルブ、120 吸気通路噴射用インジェクタ、122 低圧デリバリパイプ、200 高圧燃料ポンプ、202 電磁スピル弁、204 リーク機能付きチェックバルブ、206 ポンププランジャー、210 カム、220 パルセーションダンパー、400 低圧供給パイプ、410 第 1 の低圧デリバリ連通パイプ、420 ポンプ供給パイプ、430 第 2 の低圧デリバリ連通パイプ、500 高圧デリバリ連通パイプ、520 高圧連通パイプ、600 高圧燃料ポンプリターンパイプ、610 高圧デリバリリターンパイプ、620 リターンパイプ。

40

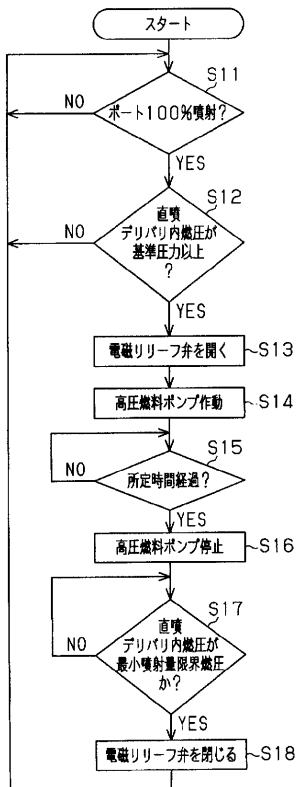
【図 1】



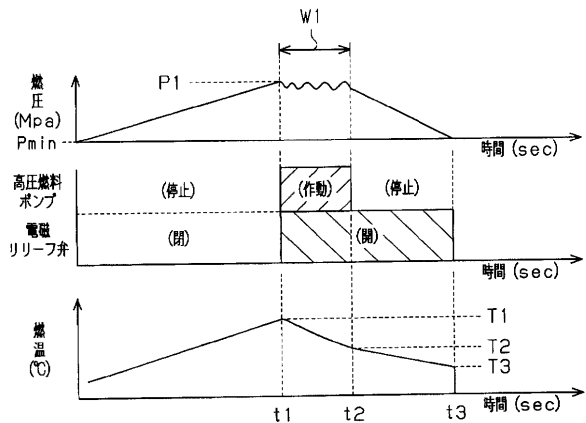
【図 2】



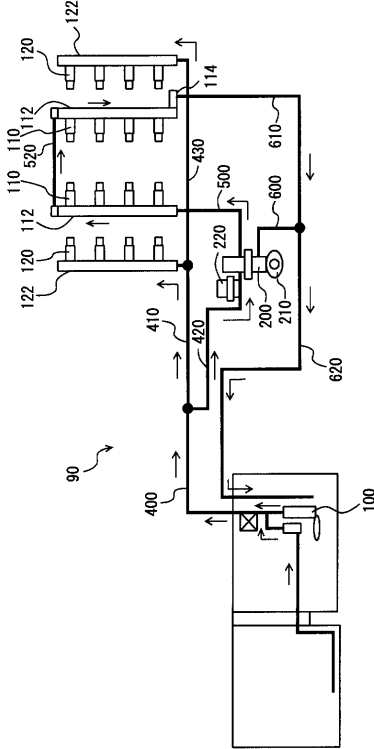
【図 3】



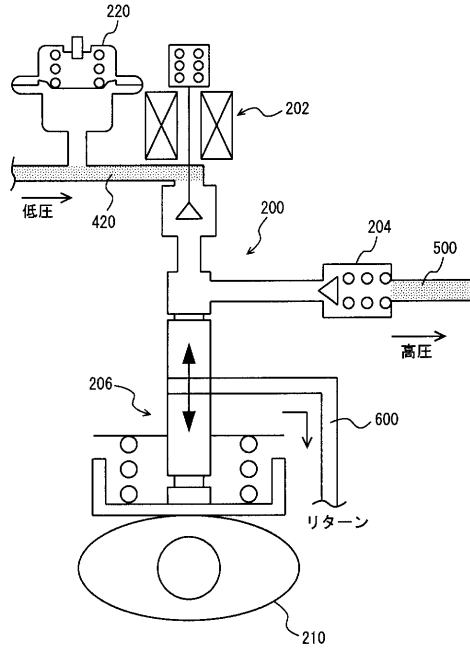
【図 4】



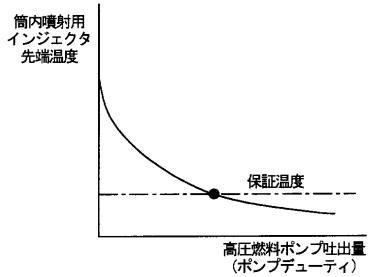
【図 5】



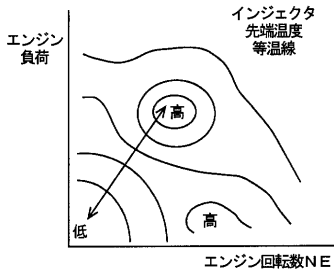
【図 6】



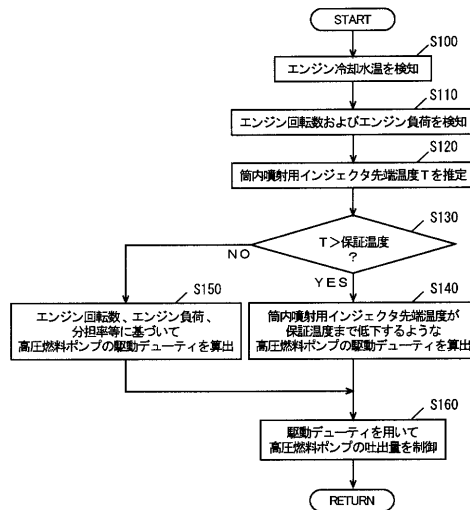
【図 7】



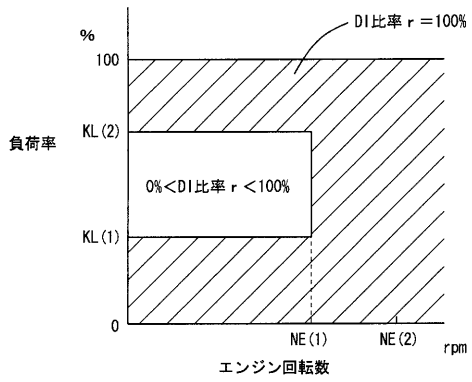
【図 8】



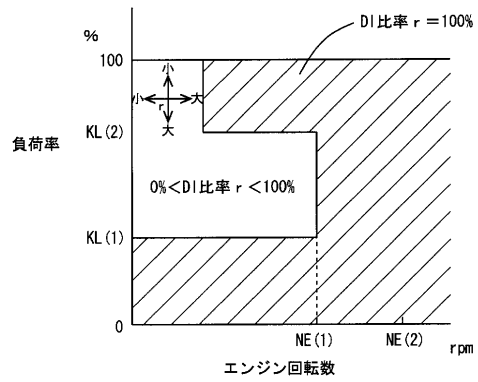
【図 9】



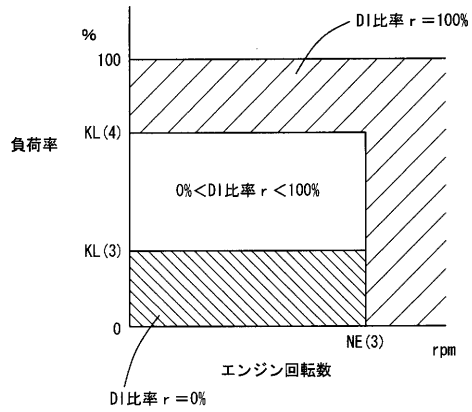
【図 10】



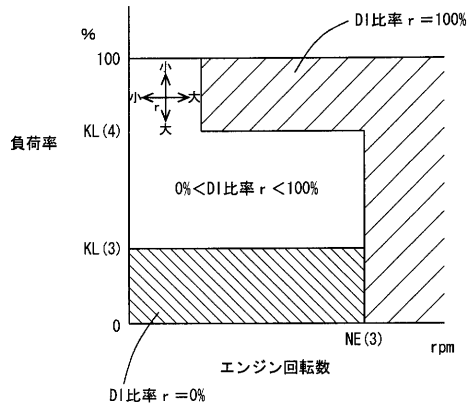
【図 12】



【図 11】



【図 13】



フロントページの続き

(72)発明者 倉田 尚季
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 山崎 大地
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 坂井 光人
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) 3G066 AA01 AA02 AA05 AB02 AD10 AD12 BA32 CA05U CA20U CB16
CC01 CC67 CC68U CD02 CD03 CD23 CE21 DC01 DC09 DC11
DC13 DC14 DC15 DC18
3G384 AA01 AA06 BA15 DA38 DA44 EE31 FA14Z FA28Z