

(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2006-125267
(P2006-125267A)

(43) 公開日 平成18年5月18日(2006.5.18)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2D 19/08 (2006.01)	FO2D 19/08 C	3G066
FO1N 3/20 (2006.01)	FO1N 3/20 D	3G091
FO2D 41/02 (2006.01)	FO2D 41/02 325K	3G092
FO2D 41/04 (2006.01)	FO2D 41/04 330M	3G301
FO2D 41/34 (2006.01)	FO2D 41/34 C	3G384

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-313570 (P2004-313570)
(22) 出願日 平成16年10月28日 (2004.10.28)

(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 100106150
弁理士 高橋 英樹
(74) 代理人 100082175
弁理士 高田 守
(74) 代理人 100120499
弁理士 平山 淳
(74) 代理人 100113011
弁理士 大西 秀和
(72) 発明者 品川 知広
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

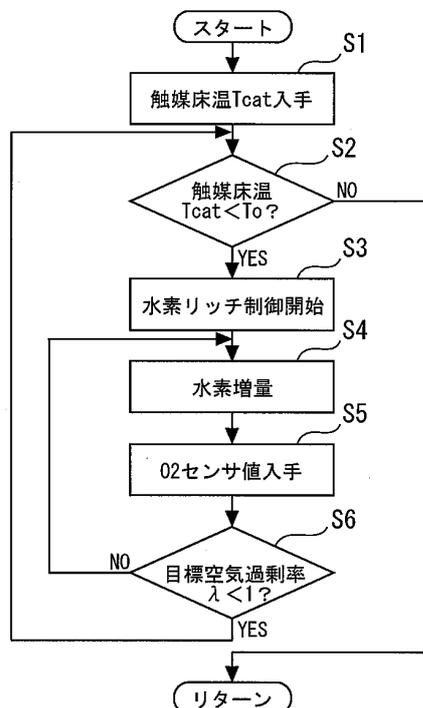
(54) 【発明の名称】 水素添加内燃機関

(57) 【要約】

【課題】 燃焼の燃料としてガソリンと共に水素ガスを用いる水素添加内燃機関において、触媒の暖機時間をより短縮する。

【解決手段】 燃焼の燃料として炭化水素燃料と共に水素ガスを用いる水素添加内燃機関10であって、吸気通路12にガソリンを噴射するガソリン噴射弁38と、吸気通路12に水素ガスを噴射する水素燃料ポート噴射弁40と、触媒暖機時に、通常時に比べて水素ガスの噴射量を増量する水素噴射量増量手段と、を備える。これにより、筒内で燃焼しなかった未燃水素ガスを触媒上で燃焼させることができ、触媒暖機を短時間で行うことが可能となる。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃焼の燃料として炭化水素燃料と共に水素ガスを用いる水素添加内燃機関であって、吸気通路又は筒内に炭化水素燃料を噴射する炭化水素燃料噴射弁と、吸気通路又は筒内に水素ガスを噴射する水素噴射弁と、触媒暖機時に、通常時に比べて水素ガスの噴射量を増量する水素噴射量増量手段と、を備えたことを特徴とする水素添加内燃機関。

【請求項 2】

前記水素噴射量増量手段は、触媒暖機時に、炭化水素燃料に対する水素ガスの添加割合を通常時に比べて大きくすることを特徴とする請求項 1 記載の水素添加内燃機関。

10

【請求項 3】

前記水素噴射弁は筒内に直接水素ガスを噴射する噴射弁であり、吸気行程又は圧縮行程、及び排気行程で水素ガスを噴射することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の水素添加内燃機関。

【請求項 4】

吸気行程又は圧縮行程から排気行程にかけて連続して水素ガスを噴射することを特徴とする請求項 3 記載の水素添加内燃機関。

【請求項 5】

触媒暖機時に、燃焼の燃料として水素ガスのみを供給することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の水素添加内燃機関。

20

【請求項 6】

触媒温度が所定温度に達した後、炭化水素燃料の噴射量を増量し、水素ガスの噴射量を減量することを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の水素添加内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、水素添加内燃機関に関する。

【背景技術】

【0002】

燃料としてガソリンを用いる内燃機関では、ガソリンに加えてさらに水素ガスを供給することによって、排気ガス中の窒素酸化物 (NO_x) の更なる低減が可能となることが知られている。例えば、特開 2004 - 116398 号公報には、水素インジェクタとガソリンインジェクタを備え、水素とガソリンを所定の割合で筒内へ噴射する内燃機関が開示されている。

30

【0003】

【特許文献 1】特開 2004 - 116398 号公報

【特許文献 2】特開平 4 - 318214 号公報

【特許文献 3】特表平 11 - 501378 号公報

【特許文献 4】特表 2001 - 510260 号公報

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

内燃機関は排気ガスを浄化する触媒を備えているが、機関始動直後は触媒の温度が低く、触媒が活性化していないため、触媒が活性化するまでの間は排気成分を浄化することが困難となる。このため、通常ガソリンを燃料とする内燃機関では、機関始動時に筒内へ供給するガソリン量をストイキよりも大幅に増量して排気系に未燃成分を送り、未燃成分を触媒上で燃焼させることで触媒を活性化することが行われている。

【0005】

しかしながら、排気系に送られるガソリンの未燃成分は燃焼温度が低いため、水素とガソリンを燃焼させる内燃機関において、暖機のためにガソリン量を増量した場合、触媒の

50

暖機時間が長くなるという問題が生じる。このため、触媒が活性化するまでに長時間を要することとなり、触媒が活性化するまでの間は排気成分を浄化することができないため、エミッションが低下するという問題が発生する。

【0006】

また、ガソリンの未燃成分は比較的燃焼しにくい特性を有しているため、ガソリンを触媒上で燃焼させる際にはガソリンを多量に供給する必要がある。このため、効率、燃費が低下するという問題が生じる。更に、ガソリンの未燃成分は、触媒がある程度の温度に到達するまでは触媒上で燃焼しないため、ガソリンを多量に供給した場合、未燃ガソリンが触媒を通過して外部に排出されるという問題も生じる。

【0007】

この発明は、上述のような問題を解決するためになされたものであり、燃焼の燃料としてガソリンと共に水素ガスを用いる水素添加内燃機関において、触媒の暖機時間をより短縮することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

第1の発明は、上記の目的を達成するため、燃焼の燃料として炭化水素燃料と共に水素ガスを用いる水素添加内燃機関であって、吸気通路又は筒内に炭化水素燃料を噴射する炭化水素燃料噴射弁と、吸気通路又は筒内に水素ガスを噴射する水素噴射弁と、触媒暖機時に、通常時に比べて水素ガスの噴射量を増量する水素噴射量増量手段と、を備えたことを特徴とする。

【0009】

第2の発明は、第1の発明において、前記水素噴射量増量手段は、触媒暖機時に、炭化水素燃料に対する水素ガスの添加割合を通常時に比べて大きくすることを特徴とする。

【0010】

第3の発明は、第1又は第2の発明において、前記水素噴射弁は筒内に直接水素ガスを噴射する噴射弁であり、吸気行程又は圧縮行程、及び排気行程で水素ガスを噴射することを特徴とする。

【0011】

第4の発明は、第3の発明において、吸気行程又は圧縮行程から排気行程にかけて連続して水素ガスを噴射することを特徴とする。

【0012】

第5の発明は、第1～第4の発明のいずれかにおいて、触媒暖機時に、燃焼の燃料として水素ガスのみを供給することを特徴とする。

【0013】

第6の発明は、第1～第5の発明のいずれかにおいて、触媒温度が所定温度に達した後、炭化水素燃料の噴射量を増量し、水素ガスの噴射量を減量することを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

第1の発明によれば、触媒暖機時に、通常時に比べて水素ガスの噴射量を増量するため、筒内で燃焼しなかった未燃水素ガスを排気通路へ送り、水素ガスを触媒上で燃焼させることができる。水素は燃焼速度が速く、燃焼温度が高いため、触媒暖機を短時間で行うことが可能となる。また、筒内では供給した水素ガスの一部が炭化水素燃料とともにリーンバーン燃焼するため、燃費、効率を向上することができる。

【0015】

第2の発明によれば、触媒暖機時に、炭化水素燃料に対する水素ガスの添加割合を通常時に比べて大きくするため、通常時に比べて水素ガスの噴射量を増量することができる。従って、未燃水素ガスを触媒上で燃焼させることが可能となる。

【0016】

第3の発明によれば、排気行程で筒内に直接水素ガスを噴射するため、噴射した水素ガスを排気通路へ送ることができる。そして、噴射した水素ガスは筒内での燃焼に寄与する

10

20

30

40

50

ことがないため、噴射した水素ガスの全量を触媒上で燃焼させることが可能となる。また、吸気行程又は圧縮行程で水素ガスを噴射することで、水素ガスと炭化水素燃料を筒内でリーンバーン燃焼させることができ、燃費、エミッションを向上することができる。

【0017】

第4の発明によれば、吸気行程又は圧縮行程から排気行程にかけて連続して水素ガスを噴射するため、筒内燃焼用の水素ガスと触媒暖機用の水素ガスを同時に噴射することができる。

【0018】

第5の発明によれば、触媒暖機時に、燃焼の燃料として水素ガスのみを供給するため、水素ガスの燃焼のみで触媒暖機を行うことが可能となる。

10

【0019】

第6の発明によれば、触媒温度が所定温度に達した後は、炭化水素燃料の噴射量を増量するため、炭化水素燃料を触媒上で燃焼させることで触媒暖機を行うことができる。従って、水素ガスの噴射量を減量することで、触媒暖機に使用する水素量を最小限に抑えることができ、水素ガスを貯蔵するタンクの大きさを最小限に抑えることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、図面に基づいてこの発明の一実施形態について説明する。尚、各図において共通する要素には、同一の符号を付して重複する説明を省略する。なお、以下の実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

20

【0021】

実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1に係る水素添加内燃機関10を備えたシステムの構成を説明するための図である。内燃機関10には吸気通路12および排気通路14が連通している。吸気通路12は、上流側の端部にエアフィルタ16を備えている。エアフィルタ16には、吸気温度THA(すなわち外気温度)を検出する吸気温度センサが組みつけられている。

【0022】

エアフィルタ16の下流には、エアフロメータ18が配置されている。エアフロメータ18の下流には、サージタンク20が設けられている。サージタンク20の下流には、スロットルバルブ22が設けられている。スロットルバルブ22の近傍には、スロットル開度TAを検出するスロットルセンサと、スロットルバルブが全閉となることでオンとなるアイドルスイッチとが配置されている。

30

【0023】

内燃機関10の筒内には、その内部を往復運動するピストン24が設けられている。また、内燃機関10は、シリンダヘッド26を備えている。ピストン24とシリンダヘッド26との間には、燃焼室28が形成されている。燃焼室28には、吸気ポート30および排気ポート32が連通しており、吸気ポート30は吸気通路12と、排気ポート32は排気通路14と、それぞれ接続されている。吸気ポート30および排気ポート32には、それぞれ吸気弁34および排気弁36が配置されている。

40

【0024】

吸気通路12には、ポート内にガソリン(炭化水素燃料)を噴射するガソリン噴射弁38が配置されている。また、吸気通路12には、ポート内に水素を噴射する水素燃料ポート噴射弁40が配置されている。なお、ガソリン噴射弁、水素燃料噴射弁は、内燃機関10の筒内に直接燃料を噴射するように設けても良い。

【0025】

ガソリン噴射弁38には、ガソリン供給管42を介してガソリンタンク44が連通している。ガソリン供給管42は、ガソリン噴射弁38とガソリンタンク44との間に、ポンプ46およびガソリン流量計48を備えている。ポンプ46は、ガソリン噴射弁38に所定の圧力でガソリンを供給することができる。このため、ガソリン噴射弁38は、外部か

50

ら供給される駆動信号を受けて開弁することにより、その開弁の時間に応じた量のガソリンを吸気通路12内に噴射することができる。

【0026】

本実施形態のシステムは、気体状態にある水素を高圧で貯留するための水素タンク50を備えている。水素タンク50には、水素供給管52が連通している。水素供給管52は、水素燃料ポート噴射弁40に連通している。尚、本実施形態のシステムでは、水素燃料ポート噴射弁40に供給される水素燃料として、外部から水素タンク50内に充填される水素ガスを使用しているが、水素燃料ポート噴射弁40に供給される水素燃料はこれに限定されるものではなく、車両上で生成、あるいは外部より供給される高濃度の水素を含む水素リッチガスを使用するものであってもよい。

10

【0027】

水素供給管40には、レギュレータ56が配置されている。このような構成によれば、水素燃料ポート噴射弁40には、レギュレータ56により減圧された所定の圧力で、水素タンク50内にある水素が供給される。このため、水素燃料ポート噴射弁40は、外部から供給される駆動信号を受けて開弁することにより、その開弁の時間に応じた量の水素を吸気通路12内に噴射することができる。

【0028】

また、水素供給管52には、レギュレータ56と水素タンク50との間に、温度センサ54、燃圧センサ55が配置されている。温度センサ54は、水素燃料ポート噴射弁40に供給される水素の温度に応じた出力を発するセンサである。また、燃圧センサ55は、水素燃料ポート噴射弁40に供給される水素の圧力に応じた出力を発するセンサである。本実施形態のシステムでは、温度センサ54、燃圧センサ55が発する出力に基づいてレギュレータ52を制御することとしている。このため、水素タンク50から供給される水素の温度、圧力が変動する場合であっても、水素燃料ポート噴射弁40に安定した圧力で水素を供給することができる。

20

【0029】

排気通路14には O_2 センサ58および NO_x センサ60が組み込まれている。 O_2 センサ58は、排気ガス中の酸素の有無を基礎として、排気空燃比に応じた出力を発するセンサである。また、 NO_x センサ60は、排気ガス中の NO_x 濃度に応じた出力を発するセンサである。これらのセンサ58、60の下流には、排気ガスを浄化するための触媒62が配置されている。触媒62には、触媒床温度を検出するための触媒床温センサ64が組み込まれている。触媒床温センサ64は熱電対などによって構成されている。

30

【0030】

本実施形態のシステムは、ECU70を備えている。ECU70には、上述した温度センサ54、燃圧センサ55、 O_2 センサ58、 NO_x センサ60、触媒床温センサ62に加え、内燃機関10の運転状態を把握すべく、ノッキングの発生を検知するKCSセンサや、スロットル開度、機関回転数、排気温度、冷却水温度、潤滑油温度などを検出するための各種センサ（不図示）が接続されている。また、ECU70には、上述したガソリン噴射弁38、水素燃料ポート噴射弁40、ポンプ46などのアクチュエータが接続されている。このような構成によれば、ECU70は、内燃機関10の運転状態に応じて、燃料噴射を実行する噴射弁を任意に選択することができる。

40

【0031】

図2は、本実施形態のシステムの運転モードを説明するための模式図であって、機関回転数、負荷に応じて設定される各運転モードを示している。本実施形態のシステムは、ガソリンのみを使用して内燃機関10を運転するガソリン燃焼領域と、ガソリンと水素の両方を使用してリーンバーン燃焼により内燃機関10を運転する水素添加リーンバーン領域の2種類のモードを備えている。

【0032】

図2に示すように、アイドルング～常用回転域では水素添加リーンバーン領域で運転が行われる。また、水素添加リーンバーン領域よりも高負荷、高回転域では、ガソリン燃焼

50

領域で運転が行われる。水素添加リーンバーン領域の運転では、ガソリンに水素を添加してリーンバーン燃焼を行うため、筒内（燃焼室16内）の燃焼状態を良好にすることができ、燃費、効率を向上させることができる。また、リーンバーン燃焼により NO_x の排出を抑えることができるため、エミッションを向上させることができる。

【0033】

水素添加燃焼モードでは、ガソリンと水素が燃焼した際に、ガソリンの熱発生量に対する水素の熱発生量が20%程度となる添加割合でガソリンに対して水素を添加する。これにより、筒内（燃焼室16内）の燃焼状態を良好にすることができ、燃費、効率を向上させることができる。また、リーンバーン燃焼により NO_x の排出を抑えることができるため、エミッションを向上させることができる。

10

【0034】

このように構成された本実施形態のシステムにおいて、始動直後には、触媒62の温度を活性温度に到達させるために触媒暖機運転が行われる。具体的には、通常時よりも燃料量を増量し、筒内で燃焼しなかった未燃燃料を触媒62上で燃焼させることにより、触媒温度を短時間で上昇させる運転が行われる。

【0035】

この際、ガソリン噴射弁38からの噴射量を増量すると、ガソリンの燃焼温度は比較的低いため、触媒62の温度が活性温度に到達するまでにある程度の時間を要してしまう。一方、水素の燃焼温度はガソリンに比べて非常に高温であるため、暖機時に水素噴射量を増量した場合は、触媒62を非常に短時間で暖機することが可能である。

20

【0036】

このため本実施形態では、触媒62を暖機する際は、筒内に送る水素量を通常時よりも増量するようにしている。これにより、筒内で燃焼しなかった未燃水素を触媒62側で燃焼させることができる。そして、水素は燃焼速度が速く、燃焼温度が高いため、少量の増量であっても触媒62の温度を瞬時に活性温度に到達させることが可能となる。従って、始動直後のエミッションを大幅に向上させることが可能となる。

【0037】

水素量を増量する際の見安としては、筒内に供給されるガソリン、水素の総量が吸入空気量に対して燃料リッチとなるように、水素量のみを増量するようにする。これにより、燃料の燃え残りが発生し、筒内で燃焼しなかった水素を排気通路14側へ流すことができる。

30

【0038】

通常時の水素添加燃焼モードでは、ガソリンの熱発生量に対して水素の熱発生量が20%となるように水素を添加した場合、ガソリンに対する水素の添加割合がガソリン1グラムに対して水素0.07グラム程度とされる。そして、空気過剰率 = 2程度としてリーンバーン燃焼が行われる。ここで、空気過剰率は燃料量（ガソリン量及び水素量）に対する空気量の比率であって、空気過剰率 = 1の場合は、燃料量（ガソリン量及び水素量）に対してストイキの空気量が筒内に送られる。従って、空気過剰率 = 2とした水素添加燃焼モードでは、ストイキの場合の2倍の空気量が筒内に送られる。

【0039】

一方、触媒暖機時においては、ガソリン量を変えずに水素量のみを増量し、空気過剰率が1以下となるように制御を行う。これにより、空気量に対して燃料量がリッチになるため、筒内で燃料の未燃分が生じる。具体的には、ガソリン量を変更することなく水素量のみを増加させて空気過剰率を1以下とするためには、ガソリンに対する水素の添加割合をガソリン1グラムに対して水素0.56グラム以上とする。これにより空気過剰率を1以下にすることができ、未燃水素を触媒62側へ送ることが可能となる。

40

【0040】

このように、本実施形態のシステムでは、触媒暖機時に筒内への水素噴射量を通常よりも増量するようにしたため、触媒暖機を非常に短時間で行うことができる。また、筒内では供給した水素の一部がガソリンとともにリーンバーン燃焼するため、燃費、効率を向上

50

することができる。従って、水素増量による触媒暖機時間の短縮と、リーンバーン燃焼による効率向上の双方を同時に達成することが可能である。また、燃料として水素のみを供給する機関の場合、アイドル負荷を発生させつつ触媒暖機時をするためには水素を多量に供給する必要があるが、本実施形態ではガソリンと水素を共に燃焼させて所定の負荷を発生させることができるため、暖機時の水素量を最小限に抑えることができる。更に、触媒暖機時はガソリン量を変更することなく水素量を増加させるため、排気通路14側へ流れ込むハイドロカーボンの総量を低減することが可能である。

【0041】

なお、触媒暖機の際に、ガソリンの噴射を停止し、水素燃料ポート噴射弁40から水素のみを噴射するようにしても良い。この際、筒内に供給される水素の総量が吸入空気量に対して燃料リッチとなるように水素を噴射する。これにより、水素の燃え残りが発生し、筒内で燃焼しなかった水素を排気通路14側へ流すことができる。

10

【0042】

次に、図3のフローチャートに基づいて、本実施形態のシステムにおける処理の手順を説明する。まず、ステップS1では、触媒床温センサ64の出力から、触媒床温 T_{cat} を取得する。次のステップS2では、触媒床温 T_{cat} と触媒活性温度 T_0 とを比較し、 $T_{cat} < T_0$ であるか否かを判定する。ここで、触媒活性温度 T_0 は、触媒がその機能を発揮するための最低温度である。

【0043】

ステップS2で $T_{cat} < T_0$ の場合は、ステップS3へ進む。この場合、現時点での触媒床温 T_{cat} が触媒活性温度 T_0 に到達していないため、触媒62を暖機する必要がある。従って、ステップS3では水素噴射量を増量する水素リッチ制御を開始する。そして、以降のステップで触媒62を暖機するための水素リッチ制御を行う。具体的には、上述したようにガソリンの噴射量を変更することなく、水素の噴射量のみを増加して、空気過剰率が1以下となるように制御を行う。

20

【0044】

一方、ステップS2で $T_{cat} \geq T_0$ の場合は、現時点での触媒床温 T_{cat} が触媒活性温度 T_0 に到達しているため、触媒62を暖機する必要はない。従って、この場合は処理を終了する(RETURN)。

【0045】

ステップS3の後はステップS4へ進む。ステップS4では、触媒62を暖機するため、水素燃料ポート噴射弁40からの水素噴射量を増量する。この増量により、水素燃料ポート噴射弁40から噴射された水素のうち、筒内で燃焼しなかった未燃水素が排気通路14に送られ、触媒62上で燃焼する。水素の燃焼温度はガソリンに比べて非常に高温であるため、未燃の水素を触媒62上で燃焼させることにより、触媒62の暖機を瞬時に行うことが可能となる。従って、非常に短時間で触媒62を活性温度に到達させることができる。

30

【0046】

ステップS4の後はステップS5へ進む。ステップS5では、排気通路14に設けられた O_2 センサ58の出力に基づいて、排気ガス中の酸素量を取得する。次のステップS6では、ステップS5で求めた酸素量に基づいて空気過剰率を算出し、 < 1 であるか否かを判定する。ここで、 O_2 センサ58の出力から排気通路14内に酸素が流れていることが検出された場合は、筒内での燃焼後の酸素量が過剰であるため、筒内に供給したガソリン、水素の殆どが筒内で燃焼していると判断できる。従って、この場合は空気過剰率が1以上であると判断できる。一方、排気通路内に殆ど酸素が流れていない場合は、筒内に供給した空気中の酸素の殆どが筒内での燃焼に使われており、未燃の水素が排気通路に流れていると判断できる。従って、この場合は空気過剰率が1未満であると判断できる。なお、 O_2 センサ58の代わりにA/Fセンサを設けておき、A/Fセンサの出力に基づいて空気過剰率が1未満であるか否かを判定しても良い。

40

【0047】

50

ステップS6で < 1 の場合は、空気過剰率が1より小さいため、ステップS4における水素の増量は適正に行われている。従って、この場合はステップS2へ戻り、触媒床温Tcatが触媒活性温度T0に到達しているか否かを判定し、触媒活性温度T0に到達していない場合はステップS3以降の処理を再度行う。ステップS2で触媒床温Tcatが触媒活性温度T0に到達している場合は、処理を終了する(RETURN)。

【0048】

ステップS6で > 1 の場合は、空気過剰率が1以上であるため、触媒暖機を行うための水素の増量が不足していると判断できる。従って、この場合はステップS4へ戻り、水素の増量を再度実施する。

【0049】

図3の処理によれば、触媒床温Tcatが触媒活性温度T0に到達していない場合は、水素燃料ポート噴射弁40からの水素噴射量を増量するようにしたため、未燃水素を触媒62上で燃焼させることができる。従って、触媒62を短時間で暖機することが可能となる。

【0050】

図3の処理において、触媒床温Tcatが触媒活性温度T0よりも低い所定温度に到達した場合は、ガソリンの噴射量を増量して未燃ガソリンを触媒上で燃焼させることで触媒暖機を行っても良い。これにより、水素噴射量を減少させることができるため、触媒暖機に使用する水素量を最小限に抑えることができ、水素タンク50の小型化を図ることができる。

【0051】

以上説明したように実施の形態1によれば、触媒62を暖機する際は、筒内への水素の供給量を増量するようにしたため、筒内で燃焼しなかった未燃の水素を排気通路14へ流すことができる。従って、触媒62内、またはその近傍で水素を燃焼させることができ、触媒62の温度を瞬時に上昇させることが可能となる。これにより、機関始動直後のエミッションを大幅に向上させることが可能となる。

【0052】

実施の形態2 .

次に、本発明の実施の形態2について説明する。図4は実施の形態2にかかる水素添加内燃機関10を備えたシステムの構成を説明するための図である。図4に示すように、実施の形態2では、図1における水素燃料ポート噴射弁40の代わりに、水素添加内燃機関10の筒内に直接水素を噴射する水素燃料筒内噴射弁66を設けている。実施の形態2のシステムの他の構成は図1と同様である。また、実施の形態2の運転モードは図2と同様である。

【0053】

実施の形態2のシステムでは、水素燃料筒内噴射弁66から筒内へ直接水素を噴射することができるため、排気行程で水素を噴射することで触媒62へ未燃水素を送ることが可能となる。すなわち、吸気通路12側で水素を噴射する場合は、吸気バルブ34が開いている吸気行程中に水素を噴射し、燃焼室28を経由して触媒62へ未燃水素を送ることになるが、筒内に直接水素を噴射する場合は、排気行程で水素を噴射すれば未燃水素をそのまま排気通路14へ送ることが可能である。

【0054】

排気行程で噴射された水素は、筒内での燃焼に関与しないため、そのまま排気通路14へ送られる。従って、排気行程で筒内へ水素を噴射することで、排気通路14に送る水素量をより正確に制御することが可能である。

【0055】

一方、上述したように実施の形態2の運転モードは実施の形態1と同様であるため、アイドリング～常用回転域では水素添加燃焼モードで運転が行われる。従って、触媒暖機のために排気行程で水素を噴射するとともに、吸気行程、または圧縮行程において筒内での燃焼のために水素を噴射する。

【0056】

図5は、筒内圧力、バルブタイミング、および水素噴射時期とクランク角との関係を示

10

20

30

40

50

すタイミングチャートであって、図5(A)は筒内圧力、図5(B)はバルブタイミング、図5(C)は水素噴射時期をそれぞれ示している。図5(A)に示すように、クランク角の720°毎に爆発行程が行われ、爆発行程の際に筒内圧力が急激に上昇する。そして、図5(B)に示すように、爆発行程後の排気行程で排気バルブ36が開かれ、その後の吸気行程で吸気バルブ34が開かれる。

【0057】

図5(C)に示すように、実施の形態2のシステムでは、排気行程で触媒暖機のために水素燃料筒内噴射弁66から水素を噴射する。また、吸気行程では、水素添加燃焼モードでリーンバーンを行うため、水素燃料筒内噴射弁66から水素を噴射する。従って、本実施形態のシステムでは、単一の気筒の1サイクル中に2回の水素噴射が行われる。これにより、排気行程で噴射した水素を排気通路14へ直接送って触媒62側で燃焼させることができ、触媒暖機を瞬時に行うことができる。また、触媒暖機とともに、水素添加燃焼モードで内燃機関10を運転することができるため、燃費、エミッションを向上させることができる。

10

【0058】

図5では1サイクル中に2回の水素噴射を行っているが、排気行程での水素噴射と吸気行程での水素噴射を連続して行っても良い。図6は排気行程から吸気行程にかけて連続して水素を噴射した場合を示すタイミングチャートである。

【0059】

この場合、連続して噴射された水素のうち、排気行程で噴射された水素は主として排気通路14側に流れ、触媒62上で燃焼する。また、吸気行程で噴射された水素は次の燃焼行程で燃焼するため、主として筒内での燃焼に寄与する。このように、排気行程から吸気行程にかけて連続して水素を噴射することで、触媒62上で水素を燃焼させるとともに、筒内で水素を燃焼させることができる。従って、水素噴射の制御を簡素化することが可能となる。

20

【0060】

ガソリンを排気行程で噴射した場合、排気行程中の筒内温度は比較的低いいため、筒内壁面にガソリンが付着してしまう。従って、排気行程で筒内にガソリンを噴射したとしても、効率良く触媒暖機を行うことはできない。しかし、気体燃料である水素は筒内壁面に付着することがないため、排気行程中に筒内へ水素を噴射することで触媒62上に水素を確実に送ることが可能である。

30

【0061】

なお、実施の形態2のシステムでは、圧縮行程においても水素燃料筒内噴射弁66から水素を噴射することが可能である。従って、筒内での燃焼のため圧縮行程で水素を噴射しても構わない。この場合、水素の噴射圧が筒内圧よりも高圧となるように設定する。

【0062】

次に、図7のフローチャートに基づいて、本実施形態のシステムにおける処理の手順を説明する。まず、ステップS11では、触媒床温センサ64の出力から、触媒床温 T_{cat} を取得する。次のステップS12では、触媒床温 T_{cat} と触媒活性温度 T_0 とを比較し、 $T_{cat} < T_0$ であるか否かを判定する。

40

【0063】

ステップS12で $T_{cat} < T_0$ の場合は、ステップS13へ進む。この場合、現時点での触媒床温 T_{cat} が触媒活性温度 T_0 に到達していないため、触媒62を暖機する必要がある。従って、ステップS13では排気行程で水素燃料筒内噴射弁66から水素を噴射する。

【0064】

これにより、水素燃料筒内噴射弁66から噴射された水素がそのまま排気通路14に送られ、触媒62内の近傍で燃焼する。水素の燃焼温度はガソリンに比べて非常に高温であるため、未燃の水素を触媒62上で燃焼させることにより、触媒62の暖機を瞬時に行うことが可能となる。従って、非常に短時間で触媒62を活性温度に到達させることができる。

50

【 0 0 6 5 】

一方、ステップ S 1 2 で $T_{cat} = T_0$ の場合は、現時点での触媒床温 T_{cat} が触媒活性温度 T_0 に到達しているため、触媒 6 2 を暖機する必要はない。従って、この場合は処理を終了する (RETURN)。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 1 3 の後はステップ S 1 2 へ戻り、触媒床温 T_{cat} が触媒活性温度 T_0 に到達したか否かを判定する。触媒床温 T_{cat} が触媒活性温度 T_0 に到達していない場合は、ステップ S 1 3 の処理を再度行う。触媒床温 T_{cat} が触媒活性温度 T_0 に到達している場合は、処理を終了する (RETURN)。

【 0 0 6 7 】

以上説明したように実施の形態 2 によれば、筒内に直接水素を噴射する水素燃料筒内噴射弁 6 6 を備えたシステムにおいて、排気行程で水素を噴射するようにしたため、噴射した水素をそのまま排気通路 1 4 へ流すことができる。従って、触媒 6 2 上で水素を燃焼させることができ、触媒 6 2 の温度を瞬時に上昇させることが可能となる。これにより、機関始動時のエミッションを大幅に向上させることが可能となる。また、吸気行程で水素燃料筒内噴射弁 6 6 から水素を噴射することで、水素添加燃焼モードによる運転を行うことができるため、排気行程噴射による触媒暖機性能の向上と、吸気行程噴射による燃費、エミッションの向上の双方を達成することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 8 】

【 図 1 】本発明の実施の形態 1 に係る水素添加内燃機関を備えたシステムの構成を示す模式図である。

【 図 2 】本発明の各実施形態のシステムの運転モードを説明するための模式図である。

【 図 3 】実施の形態 1 のシステムにおける処理の手順を示すフローチャートである。

【 図 4 】本発明の実施の形態 2 に係る水素添加内燃機関を備えたシステムの構成を示す模式図である。

【 図 5 】実施の形態 2 における水素噴射のタイミングを示すタイミングチャートである。

【 図 6 】実施の形態 2 における水素噴射のタイミングを示すタイミングチャートである。

【 図 7 】実施の形態 2 のシステムにおける処理の手順を示すフローチャートである。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 9 】

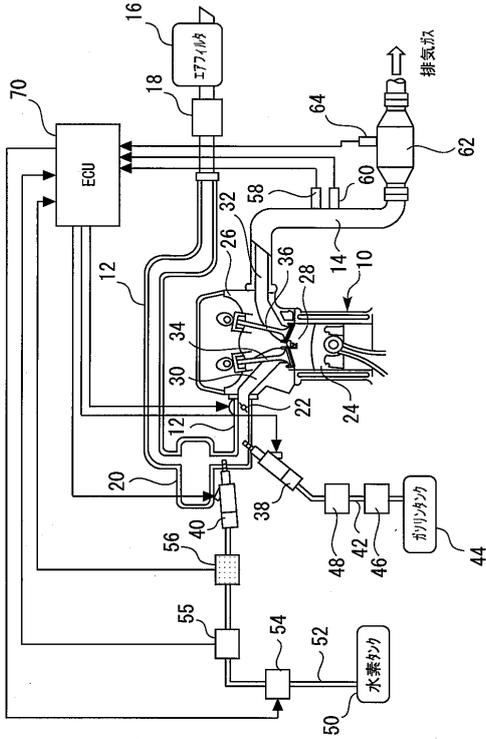
- 3 8 ガソリン噴射弁
- 4 0 水素燃料ポート噴射弁
- 6 6 水素燃料筒内噴射弁
- 7 0 E C U

10

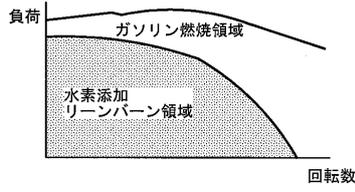
20

30

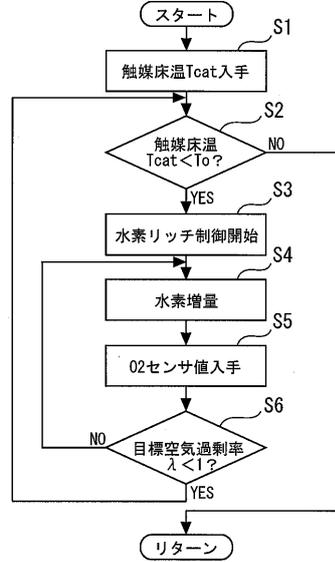
【図1】



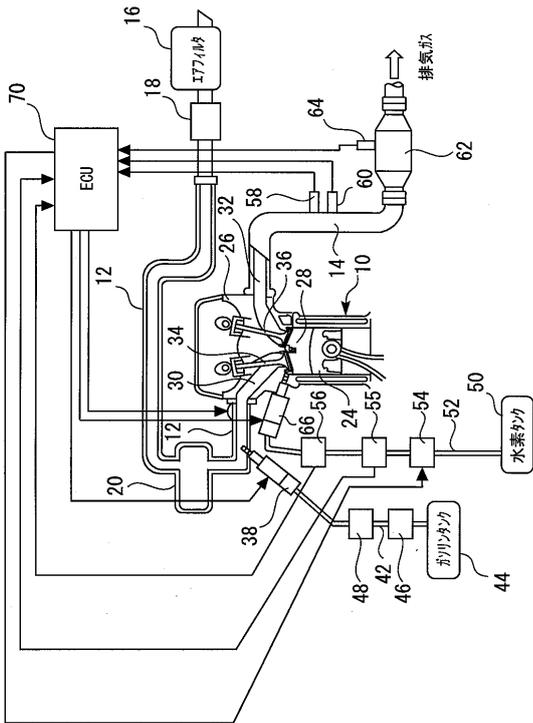
【図2】



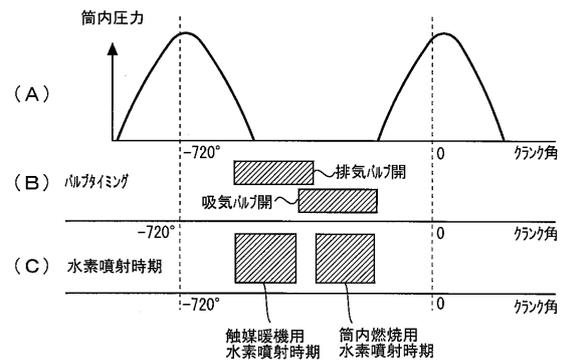
【図3】



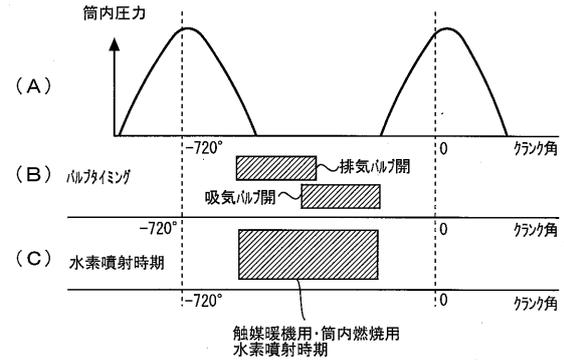
【図4】



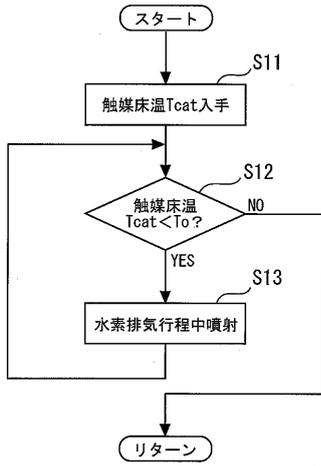
【図5】



【図6】



【 図 7 】



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 45/00	(2006.01)	F 0 2 D	45/00	3 1 2 R
F 0 2 M 21/02	(2006.01)	F 0 2 M	21/02	N
F 0 2 M 25/00	(2006.01)	F 0 2 M	25/00	H
F 0 2 M 63/00	(2006.01)	F 0 2 M	25/00	S
		F 0 2 M	25/00	T
		F 0 2 M	63/00	P

(72)発明者 鈴木 誠
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 伊藤 泰志
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 黒木 錬太郎
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 AA02 AA04 AB02 AB05 AB06 BA23 CC01 CC06U CD26 DA01
DA04 DC04 DC09 DC14
3G091 AA21 AB01 BA02 CB01 FC07
3G092 AA01 AA06 AA09 AB02 AB09 AB12 BB02 BB06 BB20 DE01S
DE03S EA01 EA08 EA11 FA00 FA15 HA01Z HA06Z HB03Z HC05Z
HD01Z HD02Z HD04Z HD05Z HE01Z HE08Z
3G301 HA24 JA00 JA21 LB01 LB04 MA12 MA19 NA08 NE01 PA01Z
PA11Z PB08Z PC08Z PD02Z PD11Z PD12Z PE01Z PE08Z
3G384 AA16 BA13 BA18 DA00 DA14 EB01 ED07 FA01Z FA05Z FA15Z
FA28Z FA33Z FA39Z FA40Z FA44Z FA45Z FA46Z FA56Z