

(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2006-57504

(P2006-57504A)

(43) 公開日 平成18年3月2日(2006.3.2)

(51) Int. Cl.	F I	テマコード (参考)
FO2D 19/08 (2006.01)	FO2D 19/08 C	3G091
FO1N 3/08 (2006.01)	FO1N 3/08 A	3G092
FO1N 3/20 (2006.01)	FO1N 3/20 E	3G301
FO2D 41/02 (2006.01)	FO2D 41/02 325K	
FO2D 41/04 (2006.01)	FO2D 41/04 305A	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-239116 (P2004-239116)
 (22) 出願日 平成16年8月19日 (2004.8.19)

(71) 出願人 000003137
 マツダ株式会社
 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号
 (74) 代理人 100083013
 弁理士 福岡 正明
 (72) 発明者 三好 誠治
 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ
 株式会社内
 (72) 発明者 山田 啓司
 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ
 株式会社内
 (72) 発明者 高見 明秀
 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ
 株式会社内

最終頁に続く

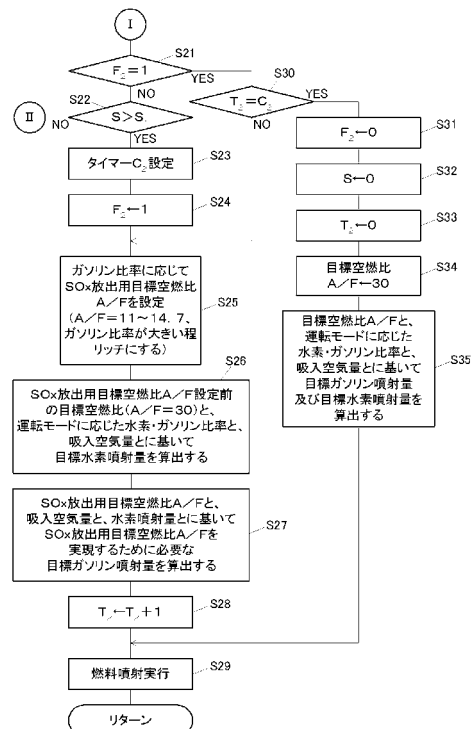
(54) 【発明の名称】 水素燃料エンジンの制御装置

(57) 【要約】

【課題】 NOx吸蔵触媒からの硫黄放出の際に、H₂Sの発生を抑制すると共に、振動、騒音の発生を抑制できる水素燃料エンジンの制御装置を提供する。

【解決手段】 空燃比がリーンなときにNOxを吸蔵し空燃比が理論空燃比又はリッチなときにNOxを放出するNOx吸蔵触媒を排気通路内に配置し、燃焼室内に化石燃料を供給する第1燃料供給手段と、燃焼室内に水素を供給する第2燃料供給手段と、運転状態を検出する運転状態検出手段と、運転状態に応じて燃料に占める化石燃料と水素との割合を変更する燃料割合変更手段とを有する水素燃料エンジンの制御装置であって、NOx吸蔵触媒の硫黄被毒度合いを検出する硫黄被毒度合い検出手段と、所定以上の硫黄被毒度合いを検出したときに空燃比をリッチにする空燃比制御手段とを備え、上記燃料割合変更手段は、空燃比制御手段により空燃比をリッチにするときは、化石燃料の割合を大きくする。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

空燃比がリーンのときに NO_x を吸蔵し空燃比が理論空燃比またはリッチのときに吸蔵していた NO_x を放出する NO_x 吸蔵触媒を排気通路内に配置し、燃焼室内に化石燃料を供給する第1燃料供給手段と、燃焼室内に水素を供給する第2燃料供給手段と、エンジンの運転状態を検出する運転状態検出手段と、エンジンの運転状態に応じて燃焼室に供給する燃料に占める化石燃料と水素との割合を変更する燃料割合変更手段とを有する水素燃料エンジンの制御装置であって、上記 NO_x 吸蔵触媒の硫黄被毒度合いに関するパラメータを検出する硫黄被毒度合い検出手段と、該検出手段により所定以上の硫黄被毒度合いが検出されたときに空燃比をリッチにする空燃比制御手段とが備えられていると共に、上記燃料割合変更手段は、該空燃比制御手段により空燃比がリッチにされるときは、化石燃料の割合を大きくするように構成されていることを特徴とする水素燃料エンジンの制御装置。

10

【請求項 2】

空燃比制御手段は、燃料割合変更手段により運転状態に応じて設定された燃料に占める化石燃料の比率が大きいときほど、空燃比をリッチにする度合いを大きくすることを特徴とする請求項 1 に記載の水素燃料エンジンの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水素と、ガソリン、軽油、天然ガス等の化石燃料との少なくとも一方を燃料として作動する水素燃料エンジンの制御装置に関し、より詳しくは、 NO_x 吸蔵触媒を排気通路に備えた水素燃料エンジンの制御装置に関する技術分野に属する。

20

【背景技術】

【0002】

一般に、車両用等のエンジンにおいては、排ガス中に含まれる CO （一酸化炭素）、 HC （炭化水素）、 NO_x （窒素酸化物）等の有害成分を除去する装置として三元触媒が用いられる。しかし、近年における燃費性能の向上を目的とした希薄燃焼方式等を採用するエンジンの場合、排ガス中の酸素濃度が高くなるため、ウインドウが理論空燃比近傍の狭い範囲にある従来の三元触媒では NO_x を十分に除去できないという問題が発生する。

【0003】

これに対処するものとして、排気通路に空燃比がリーン（酸素過剰状態）のときには排ガス中の NO_x を吸収し、空燃比がリッチ（酸素不足状態）になれば吸収していた NO_x を放出する NO_x 吸蔵触媒を配置することが知られている。これによれば、空燃比を適切に制御することにより、リーン状態では、 NO_x が上記 NO_x 吸蔵触媒に吸収され、またリッチ状態では、 NO_x が上記 NO_x 吸蔵触媒から放出されて、多量に存在する CO 、 HC と反応し、やはり有害成分の外部への排出が抑制される。その結果、希薄燃焼方式を採用するエンジンの NO_x 排出量を効果的に低減させることが可能となる。

30

【0004】

ところで、 NO_x 吸蔵触媒には硫黄被毒の問題がある。つまり燃料に含まれる硫黄成分が SO_x 等となって、 NO_x 吸蔵触媒に付着して該触媒の NO_x 吸収を妨害し、 NO_x 浄化率を低下させるのである。そのため、定期的に NO_x 吸蔵触媒から硫黄を放出除去する必要がある、例えば特許文献 1 に記載の硫黄放出制御として、 NO_x 吸蔵触媒への硫黄付着量を燃料流量や排ガス温度等に基づいて推定し、該推定量が所定量以上となったときに空燃比をリッチ化し、かつ触媒を昇温させるために排ガスを昇温して NO_x 吸蔵触媒から硫黄を放出除去させるものがある。

40

【0005】

一方、近年、環境保護に対応して、ガソリン、軽油、天然ガス等の化石燃料に代わって水素を燃料とする水素燃料エンジン、あるいは化石燃料と水素とを併用して作動するハイブリッド式の水素燃料エンジンが提案されている。このような水素燃料エンジンの例として特許文献 2 に記載のエンジンがある。これによるとエンジンは、燃焼室内にガソリンを

50

供給する燃料噴射弁と水素を供給する水素噴射弁とを備えており、運転状況に応じていずれの燃料を使用するかを切換可能に構成されている。

【0006】

【特許文献1】特開平11-44211号公報

【特許文献2】特開平7-97906号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、上記のように、燃料として水素燃料を使用可能なエンジンにおいて、排気通路にNO_x吸蔵触媒が配設されている場合に、硫黄除去のために燃焼室へ供給する混合気体の空燃比をリッチ化したときは、水素の噴射量が増加することになるが、水素の噴射量が大きくなると、水素の強い還元力又は不完全燃焼により有害なH₂Sが発生する傾向が大きくなると共に、ノッキングに似た振動、騒音が発生しやすいという問題がある。

10

【0008】

そこで、本発明は、NO_x吸蔵触媒からの硫黄放出の際に、H₂Sの発生を抑制すると共に、振動、騒音の発生を抑制することができる水素燃料エンジンの制御装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するため、本発明は次のように構成したことを特徴とする。

20

【0010】

まず、本願の請求項1に記載の発明は、空燃比がリーンの際にNO_xを吸蔵し空燃比が理論空燃比またはリッチの際に吸蔵していたNO_xを放出するNO_x吸蔵触媒を排気通路内に配置し、燃焼室内に化石燃料を供給する第1燃料供給手段と、燃焼室内に水素を供給する第2燃料供給手段と、エンジンの運転状態を検出する運転状態検出手段と、エンジンの運転状態に応じて燃焼室に供給する燃料に占める化石燃料と水素との割合を変更する燃料割合変更手段とを有する水素燃料エンジンの制御装置であって、上記NO_x吸蔵触媒の硫黄被毒度合いに関するパラメータを検出する硫黄被毒度合い検出手段と、該検出手段により所定以上の硫黄被毒度合いが検出されたときに空燃比をリッチにする空燃比制御手段とが備えられていると共に、上記燃料割合変更手段は、該空燃比制御手段により空燃比がリッチにされるときは、化石燃料の割合を大きくするように構成されていることを特徴とする。

30

【0011】

そして、請求項2に記載の発明は、上記請求項1に記載の水素燃料エンジンの制御装置において、空燃比制御手段は、燃料割合変更手段により運転状態に応じて設定された燃料に占める化石燃料の比率が大きいときほど、空燃比をリッチにする度合いを大きくすることを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

まず、請求項1に記載の発明によれば、硫黄被毒度合いが所定以上のときには、空燃比をリッチ化して燃焼を活発化させ、排ガス温度を上昇させてNO_x吸蔵触媒に吸収された硫黄を放出させるが、このときに燃料に占める化石燃料の割合を増加させることにより空燃比のリッチ化を実現させるので、水素の供給量を増加させることによる還元力の増大や不完全燃焼の発生を回避して、H₂Sの発生及び振動・騒音の発生を抑制することができる。さらに、硫黄放出時に燃料に占める化石燃料の割合を100%にせず、還元力が過大とならず、かつ不完全燃焼が発生しない割合で燃料に水素を含ませることによって、排ガスを昇温させることができるので、硫黄放出の効率化を図ることができる。

40

【0013】

一方、空燃比をリッチ化した際に燃料に占める化石燃料の割合を増加させると、水素燃焼により排ガスをより効率的に昇温させるという効果が低下して、触媒昇温に長い時間を

50

要し、実質的な硫黄放出開始が遅れることがある。これに対して、請求項 2 に記載の発明によれば、燃料に占める化石燃料の割合が大きいほど空燃比のリッチ度合いを大きくするように制御するので、活発な燃焼により排ガスを昇温させることができ、NO_x吸蔵触媒からの硫黄放出の効率化を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、本発明に係る実施の形態について説明する。

【0015】

まず、図 1 は、エンジン 1 の全体的な構成について示す。エンジン 1 は、水素とガソリンとを燃料として併用する水素燃料エンジンであって、複数の気筒 2 ... 2 (1 つのみ図示) が直列に設けられたシリンダブロック 3 と、該シリンダブロック 3 上に配設されたシリンダヘッド 4 とを有し、各気筒 2 内にはそれぞれピストン 5 が往復動可能に嵌挿され、該ピストン 5 冠面とシリンダヘッド 4 下面との間の気筒 2 内に燃焼室 6 が画成されている。ピストン 5 の往復動はコネクティングロッド 7 を介してクランク軸 8 の回転運動に変換される。また、上記シリンダブロック 3 には、クランク軸 8 の回転角度を検出する電磁式のクランク角センサ 9 と、各気筒 2 毎の燃焼圧の変動に基づいてノッキングを検出するためのノックセンサ 10 と、図示しないウォータージャケットの内部に臨んで冷却水の温度(エンジン水温)を検出するエンジン水温センサ 11 とが配設されている。

10

【0016】

一方、上記シリンダヘッド 4 には、各気筒 2 毎に燃焼室 6 の天井面に臨んで開口するように吸気ポート 20 及び排気ポート 21 が 2 つずつ開口し、各ポート 20, 21 の燃焼室 6 側の開口部に吸気弁 22 及び排気弁 23 が配置されている。これら吸気弁 22 及び排気弁 23 は、それぞれシリンダヘッド 4 の内部に軸支された吸気側及び排気側カム軸(図示せず)によって、上記クランク軸 8 の回転に同期して開閉動作をする。また、吸気側のカム軸には、その回転角度を検出するための電磁式のカム角センサ 24 が設けられている。また、各気筒 2 毎に上記シリンダヘッド 4 を上下方向に貫通しかつ吸・排気弁 22, 23 に取り囲まれるようにして、点火プラグ 25 が配設されている。この点火プラグ 25 の先端の電極は燃焼室 6 の天井面から所定距離だけ下方に突出している。また、点火プラグ 25 の基端部は、ヘッドカバー 26 を貫通するように配設された点火回路(イグナイタ) 27 に接続されている。

20

30

【0017】

上記燃焼室 6 の底部となるピストン 5 の冠面は、外周側の部位が燃焼室 6 の天井面とほぼ平行な形状とされる一方、ピストン 5 の冠面のほぼ中央部には平面視で概略レモン形状の凹部が設けられている。また、燃焼室 6 の吸気側の周縁部には、墳口を臨ませて燃焼室 6 内に水素燃料を噴射する水素用インジェクタ 28 が配設されている。一方、吸気ポート 20 に墳口を臨ませて吸気ポート 20 内にガソリン(軽油、天然ガス等の化石燃料を用いてもよい)を噴射するガソリン用インジェクタ 29 が配設されている。

【0018】

上記水素用インジェクタ 28 の基端側は全気筒 2 に共通の水素用燃料分配管 30 に接続され、この水素用燃料分配管 30 により高圧水素燃料ポンプ 31 から吐出される水素燃料が各気筒 2 毎の水素用インジェクタ 28 に分配されるようになっている。そして、水素用インジェクタ 28 により圧縮行程で水素が噴射されると、この水素燃料噴霧は燃焼室 6 内の吸気流動によって減速されて、適度な濃度状態の混合気塊を点火プラグ 25 周りに形成する。なお、上記水素用燃料分配管 30 には、水素用インジェクタ 28 から噴射される水素燃料の圧力状態(燃料噴射圧)を測定するための水素用燃圧センサ 32 が配設されている。

40

【0019】

一方、上記ガソリン用インジェクタ 29 の基端側は全気筒 2 に共通のガソリン用燃料分配管 33 に接続され、このガソリン用燃料分配管 33 により高圧燃料ポンプ 34 から吐出される燃料が各気筒 2 に臨む吸気ポート 20 毎のガソリン用インジェクタ 29 により分配

50

されるようになっている。そして、そのガソリン用インジェクタ 29 により吸気行程でガソリンが噴射されると、吸気流動によりガソリンが燃焼室 2 内に吸入される。なお、上記ガソリン用燃料分配管 33 には、ガソリン用インジェクタ 29 から噴射されるガソリンの圧力状態（燃料噴射圧）を測定するためのガソリン用燃圧センサ 35 が配設されている。

【0020】

なお、ここでは水素用インジェクタ 28 を燃焼室 6 内への直噴とし、ガソリン用インジェクタ 29 を吸気ポート 20 への噴射とするように構成しているが、水素用インジェクタ 28 を吸気ポート 20 への噴射としかつガソリン用インジェクタ 29 を燃焼室 6 内への直噴となるように構成したり、水素及びガソリン用インジェクタ 28, 29 の両方を燃焼室 6 内への直噴、あるいは両方を吸気ポート 20 への噴射となるように構成してもよい。なお、水素用インジェクタ 28 を吸気ポート 20 へ噴射するように構成すると、水素の高い燃焼性により、水素が燃焼室 6 に導入する前、すなわち吸気ポート 20 内で燃焼してしまうことがある。

10

【0021】

エンジン 1 の一側面には（図 1 の右側の側面）には、各気筒 2 毎の吸気ポート 20 に連通するように吸気通路 40 が接続されている。この吸気通路 40 は、エンジン 1 の燃焼室 6 に対してエアクリーナ 41 で濾過した吸気を供給するものであり、その上流側から下流側に向かって順に、エンジン 1 への吸入空気量を検出するエアフローセンサ 42 と、吸気通路 40 の断面積を変更する電気式スロットル弁 43 及びその位置を検出するスロットルセンサ 44 と、サージタンク 45 とが配設されている。スロットル弁 43 は、図外のアクセルペダルに対して機械的には連結されておらず、図示しない電動モータにより開閉されるようになっている。また、サージタンク 45 には、スロットル弁 43 よりも下流の吸気通路 40 の圧力を検出するブーストセンサ 46 が配設されている。

20

【0022】

また、上記サージタンク 45 よりも下流側の吸気通路 40 は、各気筒 2 毎に分岐する独立通路とされ、該各独立通路の下流端部はさらに 2 つに分岐してそれぞれ吸気ポート 20 に個別に連通する分岐路となっている。この分岐路から独立通路までの間には、燃焼室 6 内の吸気流動の強さを調節するための絞り弁（Tumble Swirl Control Valve：以下、TSCV という）47 が配設されていて、例えばステッピングモータ等によって開閉作動される。この TSCV 47 の弁体には一部に切欠きが形成されており、全閉状態ではその切欠き部のみから下流側に流れる吸気が燃焼室 6 において強い筒内流動を生成する。一方、TSCV 47 が開かれるに従い、吸気は切欠き部以外からも流通するようになって、筒内流動の強さは徐々に低下するようになる。

30

【0023】

エンジン 1 の他側面（図 1 の左側の側面）には、気筒 2 内の燃焼室 6 から既燃ガス（排ガス）を排出するための排気通路 50 が接続されている。これらの排気通路 50 の上流側は、各気筒 2 毎の吸気ポート 20 につながる排気マニホールドにより構成され、該排気マニホールドよりも下流側の排気通路 50 には、排ガス中の有害成分である HC（炭化水素）、CO（一酸化炭素）、及び NOx（窒素酸化物）を浄化するための 2 つの触媒コンバータ 51, 52 が直列に配設されている。

40

【0024】

上流側の触媒コンバータ 51 は、詳細は図示しないが、ケーシング内に八二カム構造の担体を収容したもので、この担体の各貫通孔の壁面にいわゆる三元触媒 53 の触媒層が形成されている。この三元触媒 53 は、従来より周知の通り、排ガスの空燃比状態がほぼ理論空燃比を含む所定の状態にあるときに、HC, CO, NOx をほぼ完全に浄化可能なものである。

【0025】

また、下流側の触媒コンバータ 52 は、1 つのケーシング内に 2 つの担体を直列に収容し、そのうちの上流側の担体の各貫通孔壁面にいわゆる NOx 吸蔵タイプの触媒層を形成して、上流側 NOx 吸蔵触媒 54 を構成すると共に、下流側の担体にも同様に NOx 吸蔵

50

タイプの触媒層を形成して、下流側NO_x吸蔵触媒55を構成したものである。ここで、上記NO_x吸蔵触媒54, 55は、バリウムを主成分とし、カリウム、マグネシウム、ストロンチウム、ランタン等のアルカリ金属、アルカリ土類金属、或は希土類と、白金等の化学反応触媒作用を有する貴金属とを担持させてなり、排ガスの空燃比状態が理論空燃比に対応する状態よりもリーン状態のときに排ガス中のNO_xを吸蔵する一方、そのようにして吸蔵したNO_xを空燃比のリッチ化に応じて放出し、かつ還元浄化するという機能を有している（NO_x放出制御）。

【0026】

また、NO_x吸蔵触媒54, 55はバリウムを含有するので、燃料中の硫黄成分（SO_x）が触媒に付着するという硫黄被毒の問題がある。硫黄はNO_x放出制御では放出できず、これをそのまま放置するとNO_x浄化能力が低下するから、付着した硫黄を放出させて触媒の浄化能力を回復させるための処理（SO_x放出制御）、すなわち硫黄被毒解消のためのNO_x吸蔵触媒54, 55の昇温が行われる。

10

【0027】

このNO_x吸蔵触媒54, 55の昇温は、空燃比をリッチ化して燃焼の活発化を図る他、燃料の分割噴射や点火時期の遅角（点火リタード）により排ガス温度を上昇させることで達成することもできる。硫黄被毒は空燃比がリーン状態のときほど進行しやすく、したがって、SO_x放出制御では空燃比をリッチ化したうえでNO_x吸蔵触媒54, 55を昇温して硫黄の放出を促進するように制御される。

【0028】

ここで、上記NO_x吸蔵触媒54, 55により排ガス中のNO_xが吸蔵され、あるいは放出されるメカニズムは、以下のようなものである。まず、図2(a)に模式的に示すように、空燃比がリーン状態のときに、酸素過剰雰囲気中の排ガス中のNO_x及びSO_xが触媒金属上で酸素O₂と反応してその一部がバリウムと結合しながら、NO_x及びSO_xとして吸蔵される。一方、図2(b)に示すように、空燃比が理論空燃比がそれよりもリッチな状態のときに、リーン状態の場合とは反対に反応が進行し、バリウムから離れたNO_xが排ガス中のHC, COと反応して（還元反応）、窒素N₂と酸素O₂とに分解される。このとき、SO_xは放出されずバリウムと結合したままである。

20

【0029】

そして、NO_x放出制御を行う運転においては図2(a)と図2(b)との状態を繰り返すことになるが、図2(c)に示すように多量のSO_xがバリウムと結合してその表面に残存すると、図2(a)のリーン状態のときにNO_xを吸蔵できなくなって、NO_xを無害物質に分解せずにそのまま大気中に放出してしまうことになる。

30

【0030】

これに対して、NO_x吸蔵触媒54, 55の表面がSO_xに覆われてNO_xが吸蔵できなくなるタイミングで、図2(d)に示すように、触媒54, 55を600~650に昇温させると共に空燃比をリッチ化することによって、バリウム表面に結合したSO_xを放出して、バリウム表面にNO_xを吸着できる領域を確保するようにしている。

【0031】

ところで、上記エンジン1の排気マニホールドの集合部付近には排気中の酸素濃度を検出する酸素濃度センサ（第1の酸素濃度センサ）56が配設されており、主にこのセンサ56からの信号に基づいてエンジン1の空燃比フィードバック制御が行われるようになっている。また、上記2つの触媒コンバータ51, 52の間には上流側三元触媒53の劣化状態を判定するための第2の酸素濃度検出センサ57と、NO_x吸蔵触媒54に流入する排ガスの温度を検出する排気温度検出センサ58とが配設され、さらに、2つのNO_x吸蔵触媒54, 55の間には第3の酸素濃度センサ59が配設されている。

40

【0032】

また、上記排気マニホールドよりも下流側の排気通路50には、そこから分岐するようにして排ガスの一部を吸気通路40に還流させる排気還流通路（以下、EGR通路という）60の上流端が連通している。このEGR通路60の下流端は上記サージタンク45の内

50

部に臨んで開口していて、該下流端近傍のEGR通路60にはデューティソレノイド弁からなるEGR弁61が配設されている。このEGR弁61によってEGR通路60における排気の還流量が調節されるようになっている。

【0033】

上述した点火回路27、水素及びガソリン用インジェクタ28、29、水素及びガソリン用高圧燃料ポンプ31、34、スロットル弁43、TSCV47、EGR弁61等は、いずれもエンジンコントロールユニット(以下、ECUという)70によって作動制御される。一方、このECU70には、少なくとも、上記クランク角センサ9、ノックセンサ10、水温センサ11、エアフローセンサ41、スロットルセンサ44、3つの酸素濃度センサ56、57、59、排気温度センサ58等からの出力信号がそれぞれ入力され、さら

10

【0034】

ECU70は、上記各センサから入力される信号に基づいてエンジン1への吸入空気量や各気筒2毎の燃料噴射量、噴射時期及び点火時期を制御し、さらに、気筒2内の吸気流動の強さや排気の還流割合等を制御する。

【0035】

一方、図3は、NOx放出制御時、SOx放出制御時、及び加速時を除くリーン運転時(空燃比A/F=30)において、運転モードに応じて設定された領域を示すマップであり、低負荷低回転側には水素メインモード、高負荷高回転側にはガソリンメインモードの領域がそれぞれ設定されている。水素メインモードは、燃焼室6に噴射した水素とガソリンとの体積比が200:1になるように設定され、この体積比を出力寄与に換算すると80:20になり、水素の方がより大きく燃焼に寄与するモードである。一方、ガソリンメインモードは、体積比が12:1になるように設定され、このとき出力寄与は20:80になり、ガソリンの方がより大きく燃焼に寄与するモードである。

20

【0036】

図4~6に示すフローチャートは、上記水素燃料エンジン1のECU70によるNOx放出制御及びSOx放出制御の具体的な制御手順を示す。なお、NOx放出制御の開始条件としては、前回のNOx放出からのリーン運転の時間積算値によって算出されたNOx吸蔵量Qが第1所定値 Q_1 以上となったときと、所定量以上の加速が検出されたときとが設定され、また、SOx放出制御の開始条件としては、前回のSOx放出からの、リーン運転の時間積算値(NOx放出制御において算出した時間積算値の5~10倍)からSOx被毒量Sを算出して該被毒量Sが第2所定値 S_1 以上となったときが設定されている。

30

【0037】

まず、図4に示すように、ステップS1で、水温センサ11、カム角センサ24、エアフローセンサ41、酸素濃度センサ56、57、59、アクセル開度センサ71、回転数センサ52等からの各種信号を入力し、さらにECU70のRAMに一時的に保存されているデータを読み込む。続いて、ステップS2において、エンジン負荷とエンジン回転数とを用いて、図3に示したマップに基づいて運転モードを決定する。

40

【0038】

そして、ステップS3及びステップS4でリーン運転の時間積算値等からNOx吸蔵量Q及びSOx被毒量Sを計算し、ECU70のRAMに記憶されたこれらの記憶データを更新する。そして、ステップS5で、フラグ F_1 が1にセットされているか否かを判断して、フラグ $F_1=0$ のときにはステップS6に進む。ステップS6では上記ステップS3で計算されたNOx吸蔵量Qが予め設定された所定値 Q_1 よりも大きいと判断するか否かを判定する。NOx吸蔵量Qが所定量 Q_1 よりも小さいときは図5のステップS21に進み、NOx吸蔵量Qが所定値 Q_1 よりも大きいときはステップS7に進んでNOx放出制御を開始する。

【0039】

50

NO_x放出制御は、まず、ステップS7でタイマーC₁を設定し、ステップS8でフラグF₁を1にセットする。次に、ステップS9で現在の使用燃料が水素のみ又は水素とガソリンの混合もしくはガソリンのみのいずれかであるかを判定して、現在の使用燃料が水素のみ又は水素とガソリンの混合であればステップS10に進んで燃料をガソリンのみになるように切り換えたのち、ステップS11に進んで目標空燃比A/Fがリッチ(A/F = 14.7)になるように設定する。また、ステップS9で現在の使用燃料がガソリンのみである場合には、そのままステップS11に進み同様に目標空燃比A/Fをリッチ化する。次に、ステップS12で、上記ステップS11で設定した目標空燃比A/Fと吸入空気量とに基づいて目標ガソリン噴射量を算出する。そして、ステップS13でカウントT₁に1を加算して、ステップS14において上記ステップS12で算出した目標ガソリン噴射量に基づいて燃料噴射を実行し、リターンする。このNO_x放出制御においては、燃料を完全にガソリンに切換えて空燃比A/Fをリッチ化することによりNO_x放出を行うようにしている。

10

【0040】

また、ステップS5でフラグF₁が1であるときには、ステップS15でカウントT₁がタイマーC₁と等しいか否かを判定し、カウントT₁がC₁と等しくない場合はステップS9に進んで使用燃料をガソリンのみに切換えて空燃比のリッチ化を行う。一方、カウントT₁がC₁と等しい場合は、NO_x放出制御を終了する。つまり、ステップS16に進んでフラグF₁を0にリセットすると共に、ステップS17において上記ステップS4で計算したNO_x吸蔵量Qを0にリセットし、ステップS18でカウントT₁を0にリセットする。そして、ステップS19で目標空燃比A/Fを通常のリーン状態(A/F = 30)に設定し、ステップS20で目標空燃比A/Fと、運転モードに応じた水素・ガソリン比率と、吸入空気量とに基づいて、目標ガソリン噴射量及び目標水素噴射量を算出する。次に、ステップS14に進み、算出した目標ガソリン噴射量及び目標水素噴射量に基づいて燃料噴射を実行してリターンする。

20

【0041】

一方、ステップS6でNO_x吸蔵量Qが第1所定量Q₁以下であるときには、図5のステップS21に進み、フラグF₂が1であるか否かを判定する。フラグF₂が1でないときは、ステップS22に進んで、上記ステップS4で計算したSO_x被毒量Sが所定量S₁以上であるか否かを判定し、SO_x被毒量Sが所定量S₁以上であるときにはSO_x放出制御を開始する。

30

【0042】

SO_x放出制御は、まず、ステップS23でタイマーC₂を設定する。このとき、排ガス温度が高ければタイマーC₂は短く設定される。そして、ステップS24でフラグF₂を1にセットし、ステップS25で燃料に占めるガソリン比率に応じてSO_x放出用目標空燃比A/Fを設定する。つまり、このSO_x放出用目標空燃比A/Fの設定においては、目標空燃比A/Fが11~14.7の間の値になるように設定されると共に、この範囲内でガソリン比率が大きいときほどリッチになるように設定される。そして、ステップS26でSO_x放出用目標空燃比A/Fの設定前の目標空燃比A/F、つまり通常のリーン運転時の目標空燃比A/F = 30と、運転モードに応じた水素・ガソリン比率と、吸入空気量とに基づいて目標水素噴射量を算出する。次に、ステップS27において、SO_x放出用目標空燃比A/Fと、吸入空気量とに基づいて、SO_x放出用目標空燃比A/Fを実現するために、上記ステップS26で算出した水素噴射量に追加すべき燃料として目標ガソリン噴射量を算出する。このとき、ステップS26で算出した水素噴射量は通常のリーン運転用のものであるから、上記ステップS25で設定したリッチ状態においては、通常のリーン運転時に比べて燃料に占めるガソリンの割合が大きくなる。

40

【0043】

次に、ステップS28でカウントT₂に1を加算し、ステップS29において、上記ステップS26で算出した目標水素噴射量及び上記ステップS27で算出した目標ガソリン噴射量に基づいて燃料噴射を実行してリターンする。

50

【0044】

一方、ステップS21でフラグF₂が1のときは、ステップS30に進んでカウントT₂がタイマーC₂と等しいか否かを判定し、等しくないときにはステップS25に進む。一方、これらが等しいときにはステップS31に進み、SOx放出制御を終了する。すなわち、ステップS31でフラグF₂を0にリセットすると共に、ステップS32でSOx被毒量Sを0、ステップS33でカウントT₂を0にそれぞれリセットする。そして、ステップS34で目標空燃比A/Fを30のリーン状態に設定し、ステップS35で目標空燃比A/Fと、運転モードに応じた水素・ガソリン比率と、吸入空気量とに基いて目標ガソリン噴射量及び目標水素噴射量を算出する。次に、ステップS29に進んで上記ステップS35で算出した目標ガソリン噴射量及び目標水素噴射量に基いて燃料噴射を実行してリターンする。

10

【0045】

一方、ステップS20でSOx被毒量Sが所定量S₁以下であるときには、図6のステップS36で加速中か否かを判定する。そして、加速中のときはステップS37で目標空燃比A/Fを14.7のリッチ状態に設定する。そして、ステップS38で目標空燃比A/Fと吸入空気量とに基いて目標ガソリン噴射量及び目標水素噴射量を算出する。そして、ステップS39で上記ステップS38で算出した目標ガソリン噴射量及び目標水素噴射量に基いて燃料噴射を実行してリターンする。

【0046】

一方、ステップS36で加速中でないときは、ステップS40で目標空燃比A/Fを30のリーン状態に設定する。そして、ステップS41で目標空燃比A/Fと、運転モードに応じた水素・ガソリン比率と、吸入空気量とに基いて目標ガソリン噴射量及び目標水素噴射量を算出し、ステップS39で上記ステップS41で算出した目標ガソリン噴射量及び目標水素噴射量に基いて燃料噴射を実行してリターンする。

20

【0047】

なお、上記ステップ26、27では、SOx放出用空燃比A/Fの実現のために、最初に目標空燃比A/Fが30のときの目標水素噴射量を求めて、不足分の燃料をガソリンで補うことによりリッチ化するようにしたが、予めSOx放出制御用の水素・ガソリン比率（通常時よりガソリン比率が大）を設定しておき、この比率に基いて目標ガソリン噴射量及び目標水素噴射量を決定するようにしてもよい。

30

【0048】

次に、上記の制御を図7に示すタイムチャートを用いて説明する。これによると、空燃比A/Fが30のリーン運転状態で、水素メインモードでスロットル開度を略一定にした状態で運転が行われる場合に、NOx吸蔵量Qが時間と共に増加し、一定量Q₂までNOx吸蔵量Qが増加したと判断されたとき、時間C₁が経過するまでの間空燃比A/Fを14.7にリッチ化する制御を行い、NOx吸蔵触媒54、55からNOxを放出させる。そして、このNOx放出制御においては、燃料を完全にガソリンに切り換えるようにしている（ガソリン比率100%、水素比率0%）。

【0049】

一方、NOx吸蔵量Qより緩やかにSOx被毒量Sも増加しており、一定量S₁までSOx被毒量Sが増加したと判断されたときは、時間C₂が経過するまでの間空燃比A/Fを14.7にリッチ化する制御を行い、NOx吸蔵触媒54、55からSOxを放出させる。このとき、目標水素噴射量は図3に示した通常時のリーン運転時の目標空燃比A/Fと、運転モードに応じた水素・ガソリン比率と、吸入空気量とに基いて算出されるので、つまりSOx放出制御用に特別な計算を行わずに通常時と同様に水素噴射量を算出するので、リッチ化したときには水素比率が減少し、同時に、上記SOx放出用目標空燃比A/Fを実現するためにガソリン噴射量を増量することになるのでガソリン比率は増加する。このとき、燃料中に若干量の水素を含ませるので、ある程度排ガスの昇温は図れるのであるが、排ガスを確実に昇温させるために、点火時期をリタードするようにしてもよい。

40

【0050】

50

以上のように、 SO_x 被毒量 S が所定値 S_1 以上のときには、空燃比をリッチ化して燃焼を活発化させ、排ガス温度を上昇させて NO_x 吸蔵触媒54, 55に吸収された硫黄を放出させるが、このときにガソリン噴射量を増加させることにより空燃比のリッチ化を実現させるので、水素噴射量を増加させることによる還元力の増大や不完全燃焼の発生を回避して、 H_2S の発生及び振動・騒音の発生を抑制することができる。さらに、硫黄放出時に燃料に占めるガソリンの割合を100%にせず、還元力が過大とならず、かつ不完全燃焼が発生しない割合で燃料に水素を含ませることによって、排ガスを昇温させることができるので、硫黄放出の効率化を図ることができる。

【0051】

また、図7中破線は、図3に示すガソリンメインモードでの運転時を示し、 SO_x 放出制御において SO_x 放出用目標空燃比を11にして上記水素メインモードのときと比べてリッチ度合いを大きくしている。このときも水素噴射量は上記水素メインモードのときと同様に通常のリーン運転時の目標空燃比 A/F に基いて算出され、ガソリンで補うことによって SO_x 放出用目標空燃比 A/F を実現する。このように、燃料に占めるガソリンの割合が大きいほど空燃比のリッチ度合いを大きくするように制御するので、燃料に占めるガソリンの割合が増大して昇温効果が低下しても、リッチ化による活発な燃焼により排ガスを良好に昇温させることができ、 NO_x 吸蔵触媒54, 55からの硫黄放出の効率化を図ることができる。

【産業上の利用可能性】

【0052】

本発明は、 NO_x 吸蔵触媒からの硫黄放出の際に、 H_2S の発生を抑制すると共に、振動、騒音の発生を抑制することができる水素燃料エンジンの制御装置を提供する。本発明は、水素と、ガソリン、軽油、天然ガス等の化石燃料との少なくとも一方を燃料として作動する水素燃料エンジンの制御装置に関し、より詳しくは、 NO_x 吸蔵触媒を排気通路に備えた水素燃料エンジンの制御装置に関する技術分野に広く好適である。

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図1】本発明の実施の形態に係るエンジンのシステム構成図である。

【図2】 NO_x 吸蔵触媒における NO_x 及び SO_x 吸蔵・放出の説明図である。

【図3】エンジン負荷とエンジン回転数とに応じた運転モードを示すマップである。

【図4】 NO_x 放出制御及び SO_x 放出制御手順を示すフローチャートである。

【図5】同制御手順を示すフローチャートである。

【図6】同制御手順を示すフローチャートである。

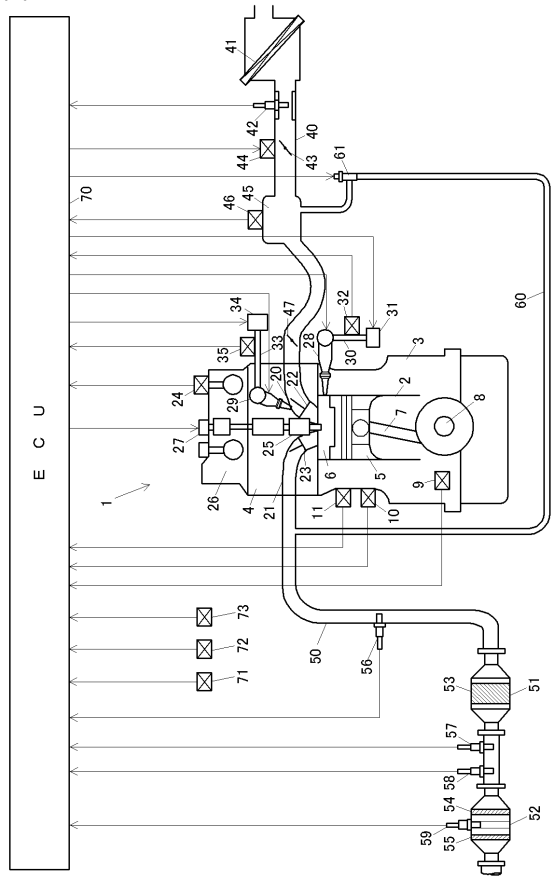
【図7】同制御による各パラメータの変化を示すタイムチャートである。

【符号の説明】

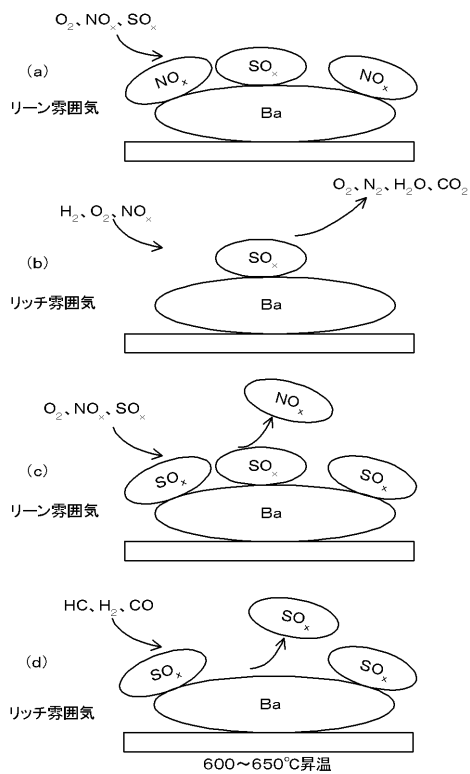
【0054】

1	エンジン（水素燃料エンジン）	
6	燃焼室	
28	水素用インジェクタ（第2燃料供給手段）	
29	ガソリン用インジェクタ（第1燃料供給手段）	40
50	排気通路	
54, 55	NO_x 吸蔵触媒	
70	ECU（制御装置、運転状態検出手段、燃料割合変更手段、硫黄被毒度合い検出手段、空燃比制御手段）	

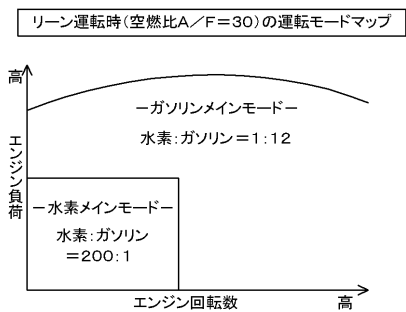
【図1】



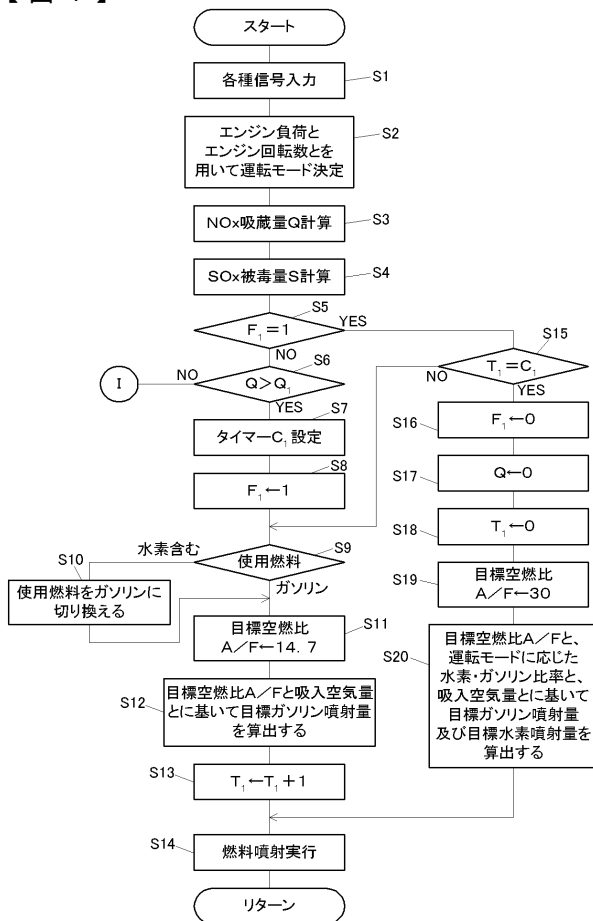
【図2】



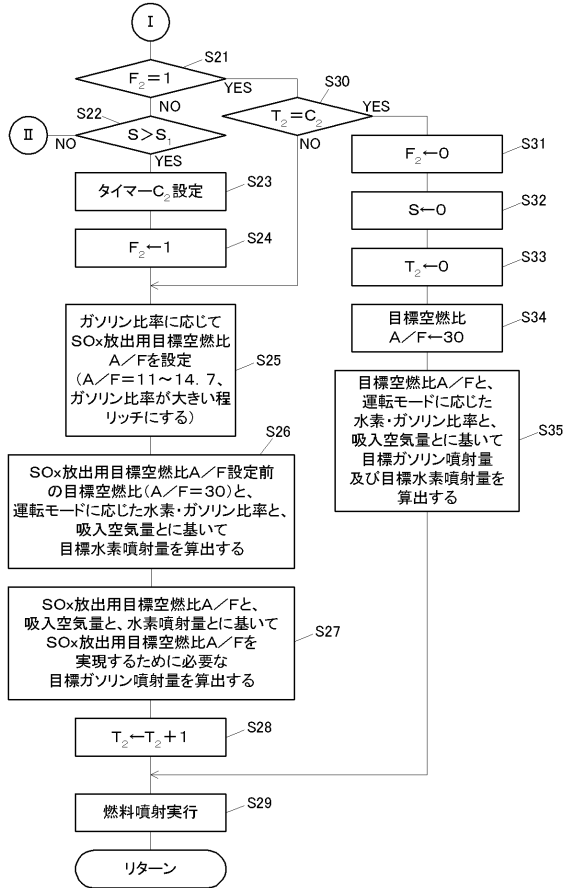
【図3】



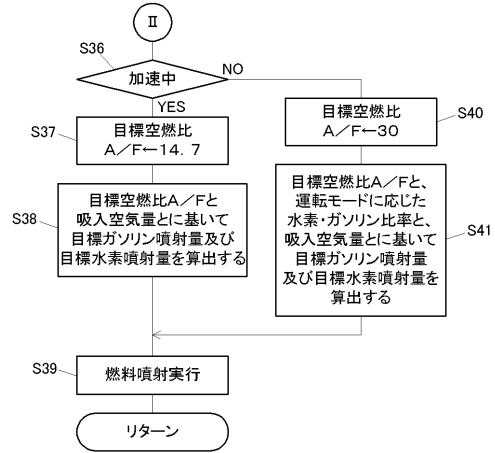
【図4】



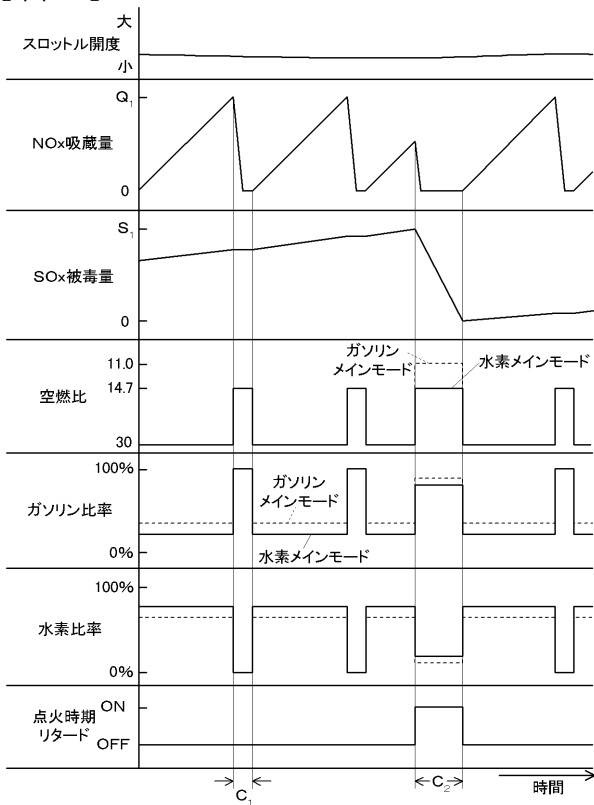
【 図 5 】



【 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 M 21/02 (2006.01)		F 0 2 M 21/02		G
		F 0 2 M 21/02		N
		F 0 2 M 21/02	3 1 1 E	

Fターム(参考) 3G091 AA02 AA19 AB06 BA11 BA14 CB01 EA30 FC01
 3G092 AA08 AA09 AA10 AA17 AB02 AB09 AB12 BB02 BB20 DC01
 DC06 DC09 DE01S DE10S EA01 EA05 EA11 EC01 FA14 FA15
 HA01Z HA06Z HC05Z HD01Z HD06Z HE01Z HE03Z HE08Z HF08Z HF21Z
 3G301 HA04 HA15 HA24 JA21 JA37 LA01 LA05 LB02 LB04 LB07
 MA01 MA11 NA08 NC02 ND01 NE01 NE13 PA01Z PA11Z PC08Z
 PD02Z PD09Z PD11Z PE01Z PE03Z PE08Z PF01Z PF03Z