

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013年10月17日(17.10.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/153610 A1

- (51) 国際特許分類:
F01N 3/20 (2006.01) F02D 41/34 (2006.01)
F02D 13/02 (2006.01) F02D 45/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/059724
- (22) 国際出願日: 2012年4月9日(09.04.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 岡崎 俊太郎 (OKAZAKI, Shuntaro) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 中川 徳久 (NAKAGAWA, Norihisa) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 山口 雄士

(YAMAGUCHI, Yuji) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 藤原 孝彦 (FUJIWARA, Takahiko) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 江上 達夫, 外 (EGAMI, Tatsuo et al.); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目16番10号 オークビル京橋3階 東京セントラル特許事務所内 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 内燃機関の制御装置

[図2]

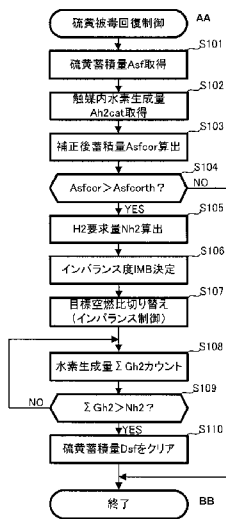


FIG. 2
 S101 Acquire sulfur accumulation amount (Asf)
 S102 Acquire intra-catalyst hydrogen generation amount (Ah2cat)
 S103 Compute corrected accumulation amount (Asfcor)
 S105 Compute required H₂ amount (Nh₂)
 S106 Determine degree of imbalance (IMB)
 S107 Change target air-fuel ratio (imbalance control)
 S108 Count hydrogen generation amount (ΣGh₂)
 S110 Clear sulfur accumulation amount (Dsf)
 AA Sulfur-poisoning recovery control
 BB End

(57) Abstract: The present invention restores a catalyst from a state of sulfur poisoning while minimizing cost increases, increases in exhaust emissions, and decreases in fuel efficiency. This control device (100), which controls an internal combustion engine (200) provided with a plurality of cylinders (201) and an exhaust-purification catalyst (220) installed in an exhaust passage connected to the plurality of cylinders, is provided with the following: a determination means that determines whether or not to perform sulfur-poisoning recovery on the catalyst; and a poisoning-recovery control means that, if it was determined that the aforementioned sulfur-poisoning recovery is to be performed, controls the air-fuel ratio of exhaust gas flowing to the catalyst. The poisoning-recovery control means controls the degree of air-fuel ratio imbalance among the plurality of cylinders.

(57) 要約: コストの増加並びに排気エミッション及び燃費の悪化を抑制しつつ触媒を硫黄被毒から回復させる。複数の気筒(201)と、前記複数の気筒に繋がる排気経路に設置された排気浄化用の触媒(220)とを備えた内燃機関(200)を制御する、内燃機関の制御装置(100)は、前記触媒の硫黄被毒回復を実施するか否かを判定する判定手段と、前記硫黄被毒回復を実施する被毒回復制御手段とを具備し、前記被毒回復制御手段は、前記複数の気筒相互間における前記空燃比のインバランス度を制御する。



WO 2013/153610 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 内燃機関の制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、排気経路に設置された排気浄化用の触媒を硫黄被毒から回復させるにあたって好適な、内燃機関の制御装置の技術分野に関する。

背景技術

[0002] 排気経路に設置される排気浄化用の触媒は、燃料中に不純物として含有される硫黄が触媒に添加される貴金属に吸着して硫黄被毒する。硫黄被毒した状態では、触媒の活性が著しく失われ、触媒本来の排気浄化作用を得られないことから、従来、触媒から硫黄を脱離させるための各種の硫黄被毒回復制御が提案されている。尚、硫黄は、気筒内部又は排気経路で酸化して SO_x （硫黄酸化物）として触媒に吸着することが多く、硫黄の脱離とは、端的には、硫黄の還元を意味する。

[0003] 例えば、特許文献1には、リーン NO_x 触媒における硫黄被毒回復制御が開示されている。特許文献1に開示された内燃機関の排気浄化装置は、リーン NO_x 触媒上流側に H_2 （水素）センサを配し、当該 H_2 センサの出力値に基づいて、筒内のリッチ燃焼が制御される構成となっている。即ち、触媒流入ガスの H_2 濃度をリッチ燃焼の制御量にF/B制御する構成となっており、硫黄被毒回復時に適切な量の水素を供給可能であるとされている。

[0004] また、特許文献2には、一部の気筒を空燃比リッチに、残余の気筒を空燃比リーンに制御することによって、触媒の昇温を図る技術も開示されている。

[0005] また、特許文献3には、 NO_x 触媒の硫黄蓄積量が所定値を超えた場合に、触媒上流に搭載された H_2 供給手段により H_2 を供給する構成が開示されている。

[0006] また、特許文献4には、希薄燃焼エンジンの排気系に、 CO_2 吸着材と H_2 生成触媒と NO_x 触媒とを配し、 H_2 生成触媒に CO を供給し、水生ガスシフ

ト反応により生成された H_2 を還元剤として NO_x 触媒に送り込む構成が開示されている。

[0007] また、特許文献5には、リーン NO_x 触媒システムであって、筒内燃焼を制御可能な内燃機関において、 NO_x 触媒再生時は、ポスト噴射時期を脱水素反応とクラッキング反応とが反発するタイミングで実施する構成が開示されている。

先行技術文献

特許文献

- [0008] 特許文献1：特開2006-242124号公報
特許文献2：特開2004-218541号公報
特許文献3：特開2002-235529号公報
特許文献4：特開2005-090426号公報
特許文献5：特開2003-120369号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 上述したように硫黄の脱離には多様なアプローチが存在する。中でも、還元能力が極めて高い水素(H_2)による硫黄の還元は、触媒を昇温させて還元反応の促進を図る二次的なプロセスを必ずとも必要としない点において、極めて有効である。

[0010] しかしながら、硫黄被毒回復のために、例えば水素添加弁等の水素供給手段を排気経路に別途付加する構成とすることは、製造コストの面からすると望ましくない。

[0011] また、改質触媒等により触媒で水素を生成する構成としても、触媒における改質反応に、実使用に耐え得る可制御性を与えることは一般的に難しい。それに加えて、改質反応による水素の生成量にも限界があり、必ずしもその時点で必要とされる量が供給され得る保証もない。これは、硫黄の還元を促進する目的から、何らかの手法（例えば、気筒間で空燃比インバランスを生

じさせる等の手法)により触媒床温を上昇させたとしても根本的に変わらない。

[0012] 一方、上述したように、リッチ燃焼により、ある程度の可制御性を伴って水素を生成する構成において、触媒上流側に水素濃度センサを配し、水素を必要量だけ触媒に供給する技術思想は、一見有用である。

[0013] しかしながら、実践的見地に立つと、現実的制約に律束された車両搭載を前提とした場合において、この種の用途に十分な性能を発揮し得る水素センサは存在しない。また、存在したとしても、触媒を硫黄被毒から回復させるために必要にして十分な水素の量を、単にセンサ出力値のみから導き得るかは、必ずしも明確でない。特許文献1には、係る点について何も言及されていない。

[0014] また、空燃比リッチ側での燃焼（リッチ燃焼）は、硫黄やNO_xの還元は別として、排気エミッションの観点からは不利な制御であり、また燃費の悪化を招く点において経済的にも不利な制御である。従って、硫黄の還元のみを目的として、リッチ燃焼を閻雲に安全側（この場合、即ち、水素の生成量が多くなる側）で行うことは合理的でない。

[0015] このように、従来、触媒を硫黄被毒から回復させるための多様な構成又は制御が提案されてはいても、各々一長一短であり、排気エミッション、燃費及びコスト等を含む多様な要求を満たしつつ触媒を硫黄被毒から回復させる制御は、実は未だに存在しない。

[0016] 本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであり、コストの増加並びに排気エミッション及び燃費の悪化を抑制しつつ触媒を硫黄被毒から回復させることが可能な内燃機関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

[0017] 上述した課題を解決するため、本発明に係る内燃機関の制御装置は、複数の気筒と、前記複数の気筒に繋がる排気経路に設置された排気浄化用の触媒とを備えた内燃機関を制御する、内燃機関の制御装置であって、前記触媒の硫黄被毒回復を実施するか否かを判定する判定手段と、前記硫黄被毒回復を

実施すると判定された場合に、前記触媒に流入する排気空燃比を制御する被毒回復制御手段とを具備し、前記被毒回復制御手段は、前記複数の気筒相互間における前記空燃比のインバランス度を制御することを特徴とする（第1項）。

[0018] 本発明に係る内燃機関は、燃料を含む混合気が燃焼する際に生じる熱エネルギーを運動エネルギーに変換して取り出し可能な機関を包括する概念である。係る概念の範囲において、本発明に係る内燃機関における、気筒数、気筒配列、燃料種別、燃料の噴射態様、吸排気系の構成、動弁系の構成、燃焼方式、過給器の有無及び過給態様等は如何様にも限定されない趣旨である。

[0019] 本発明に係る排気浄化用の触媒とは、内燃機関の排気経路に備わり得る各種の触媒を包括する概念であり、好適な一例として、例えば、三元触媒、リーンNO_x触媒（NO_x吸蔵還元触媒とも称される）、酸化触媒等の実践的形態を採る。

[0020] 触媒は、内燃機関の実稼動期間に応じて、燃料中に不純物として含有される硫黄により被毒する。触媒の硫黄被毒は触媒活性を低下させるから、然るべきタイミングで触媒から硫黄を脱離する（即ち、触媒を硫黄被毒から回復させる）必要がある。本発明に係る内燃機関の制御装置では、硫黄被毒回復を実施するか否かが判定手段により判定される。尚、「硫黄被毒回復」とは触媒を硫黄被毒状態から回復させるための制御、処理及び措置を包括する概念である。

[0021] 判定手段が硫黄被毒回復を実施するか否かを判定するにあたっての判定基準は多義的である。例えば、実践的には、硫黄被毒の度合いが所定レベルを超えたときみなされ得るタイミングで硫黄被毒回復を実施することは有効であるが、硫黄被毒回復措置を講じるタイミングはこれに限定されない。即ち、判定手段は、内燃機関が稼動してからの経過時間が所定値を超えた場合に硫黄被毒回復を実施する旨判定してもよいし、より流動的には、内燃機関が定常的運転状態にある適当なタイミングで硫黄被毒回復を実施する旨判定してもよい。即ち、硫黄被毒回復は、触媒の硫黄被毒のレベルに拠らず有効であ

る。

- [0022] 硫黄被毒した触媒から硫黄（或いは硫黄酸化物）を脱離させるにあたって、水素（ H_2 ）はその極めて高い還元能力から有効であることが知られている。本発明に係る内燃機関の制御装置では、この点に鑑み、被毒回復制御手段によって、触媒に流入する排気（以下、適宜「触媒流入ガス」と表現する）の空燃比が制御される。より具体的には、被毒回復制御手段は、複数の気筒相互間における空燃比のインバランス度を制御する構成となっている。
- [0023] 気筒内部でリッチ燃焼を行うと、不完全燃焼物である一酸化炭素が水と反応する水性ガスシフト反応及び未燃物である炭化水素が水と反応する水蒸気改質反応により、気筒の内部において水素が生成される。
- [0024] ここで、あるサイクルにおいて、気筒が、空燃比リッチ側の気筒と空燃比リーン側の気筒とに分けられ、気筒相互間で空燃比のインバランスが生じると、このインバランスの度合いとしてのインバランス度により、気筒内における水素生成量を制御することが出来る。
- [0025] このようにインバランス度の制御により気筒の内部において水素を生成する構成とすれば、好適な一形態として、常に一サイクルにおける全気筒の平均空燃比を所望の値（例えば、理論空燃比相当値）に維持することが出来る。即ち、気筒毎に空燃比を個別に制御する必要が生じるものの、見掛け上、触媒流入ガスの空燃比を硫黄被毒回復の非実施時から変化させることなく、触媒に水素を供給することが出来る。従って、トルク変動によるドライバビリティや動力性能の低下及びエミッションや燃費の悪化を好適に抑制することが出来る。
- [0026] また、空燃比のインバランス度は、内燃機関の燃焼プロセスを制御する過程において制御することが出来るから、触媒に水素を供給するにあたって、コストの増加を招く水素添加装置等が必要とされない。即ち、本発明に係る内燃機関の制御装置は、コストの増加を回避し得る点においても実践上の利益が大である。
- [0027] 尚、本発明における「空燃比のインバランス度」とは、複数の気筒相互間

の空燃比のインバランスの度合いを意味する定量的な指標であり、その実践的態様は、係る概念の範囲において多義的である。また、空燃比のインバランス度は、実践上の定義に応じて、内燃機関に対し一つ定められる値であってもよいし、各気筒について定められる値であってもよい。

[0028] 本発明に係る「空燃比のインバランス度」は、例えば下記（１）～（４）に定義されるものを含み得る。尚、下記の「相当する値」とは、対象値と一義的な関係を有し得る制御量、物理量又は指標値を包括する概念である。

（１）全気筒の空燃比の平均値に対する各気筒の空燃比の割合に相当する値

（２）特定の気筒の空燃比の、残余の気筒の空燃比に対する割合に相当する値

（３）目標空燃比に対する、目標空燃比と各気筒の空燃比との偏差の割合に相当する値

（４）目標空燃比に対する各気筒の空燃比の割合に相当する値

尚、インバランス度が制御されるにあたって、空燃比リッチ側の気筒と空燃比リーン側の気筒とは固定されていないのが望ましい。理想的には、一の硫黄被毒回復サイクル内において、又は複数の硫黄被毒回復サイクル間において、気筒の平均的な空燃比の気筒相互間の偏差は小さい方がよい。空燃比リッチ側の気筒が常に固定されていると、硫黄被毒回復が繰り返される毎に、気筒毎に筒内状態のばらつきを生じ得るためである。

[0029] 本発明に係る内燃機関の制御装置の一の態様では、前記触媒における硫黄の蓄積量を推定する蓄積量推定手段を更に具備し、前記判定手段は、前記推定された蓄積量に基づいて前記硫黄被毒回復を実施するか否かを判定する（第２項）。

[0030] この態様によれば、蓄積量推定手段により、触媒における硫黄の蓄積量が推定され、この推定された蓄積量が判定手段による硫黄被毒回復の実施の有無判定に利用される。従って、触媒がある程度硫黄被毒した段階で的確に硫黄被毒からの回復を図ることができ、効率的である。

[0031] 尚、蓄積量推定手段により推定される「蓄積量」とは、物理的な堆積量や

付着量、化学的吸着プロセスを伴う吸着量等を包含し、触媒に対する硫黄の被毒プロセス（触媒に応じて必ずしも一義的でない）に応じて、その表現は多様であってよい。

[0032] また、触媒における硫黄の蓄積量を推定するにあたっては、公知の各種方法を適用可能である。例えば、蓄積量は、機関回転数、吸気圧、アクセル開度、吸入空気量、スロットル開度、負荷率及び燃料噴射量の少なくとも一部を含み得る内燃機関の運転パラメータと、予め実験的に、経験的に又は理論的に構築された、当該運転パラメータ及び硫黄生成量の相互関係とに基づいて推定されてもよい。この際、内燃機関の排気経路に単位時間当たり排出される硫黄又は硫黄酸化物（ SO_x ）の量が積算され、この積算値から蓄積量が推定されてもよい。また、この積算値と実際の蓄積量との関係（即ち、気筒から排出される硫黄又は硫黄酸化物の全てが触媒に堆積する訳ではない）が明らかである場合には、当該関係が更に参照されてもよい。

[0033] 本発明に係る内燃機関の制御装置の他の態様では、前記触媒における水素の生成量を推定する触媒内生成量推定手段を更に具備し、前記判定手段は、前記推定された触媒における水素の生成量に基づいて前記硫黄被毒回復を実施するか否かを判定する（第3項）。

[0034] 本発明に係る内燃機関の制御装置は、気筒の内部で生成された水素を触媒に供給することにより硫黄被毒からの回復を図る技術思想を有するが、水素は、触媒の構成や種別によっては、触媒においても生成される。触媒で生成される水素と気筒の内部で生成される水素とは硫黄を被毒から回復させる観点からすれば区別されないから、硫黄被毒回復を実施するか否かを判定するにあたっては、触媒における水素の生成量が考慮されるのが望ましい。この態様によれば、触媒内生成量推定手段により、触媒における水素の生成量が推定され、判定手段が硫黄被毒回復を実施するか否かを判定するに際して、この推定結果が考慮される。

[0035] このため、例えば、触媒において十分に水素が生成され得る状況においては、この触媒において生成された水素により触媒を硫黄被毒から適度に回復

させ得る点に鑑みて、気筒内において生成される水素を利用した硫黄被毒回復が不要であるとの判定を適宜下すことができる。或いは、触媒において十分に水素が生成されない状況においては、硫黄被毒の回復に触媒において生成された水素を十分に利用できないことから、気筒内において生成される水素を利用した硫黄被毒回復がより必要であるとの判定を適宜下すことができる。従って、硫黄被毒回復制御手段による硫黄被毒回復の実施タイミング、実施頻度及び実施規模を、実情に即してより最適に維持することが出来る。

[0036] 尚、触媒における水素の生成量は、例えば予め実験的に、経験的に又は理論的に、内燃機関の各種運転条件をパラメータとして決定しておくことができ、例えば判定手段が適宜参照可能な制御マップにデータとして可能しておくことが出来る。或いは、触媒における水素生成プロセスを演算アルゴリズム化し、その時点の内燃機関の運転条件等に基づいて瞬時的な水素生成量を求めると共に、係る瞬時的生成量を所定期間について積算することによって、触媒における水素生成量を推定してもよい。

[0037] 尚、この態様では、前記触媒内生成量推定手段は、前記触媒における水素の生成量として、水性ガスシフト反応及び水蒸気改質反応による水素の生成量を推定してもよい。

[0038] 触媒における水素の生成量は、触媒の種類に応じて異なるものの、基本的には触媒床温に応じて変化する。例えば、三元触媒を例に採ると、約600～700℃付近の温度領域を境界として、低温側で水性ガスシフト反応 ($\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \text{CO}_2$) により、また高温側で水蒸気改質反応 ($\text{HC} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \text{CO}$) により、夫々水素が発生することが知られている。従って、この態様によれば、触媒における水素生成量を必要にして十分な精度で推定することが出来る。尚、具体的には、これらの反応が触媒床温と大きく関係する点に鑑み、各反応による水素生成量又は水素濃度と触媒床温とを対応付ける演算式や制御マップ等が予め用意されていてもよい。

[0039] 本発明に係る内燃機関の制御装置の他の態様では、前記触媒における硫黄の蓄積量を推定する蓄積量推定手段と、前記触媒における水素の生成量を推

定する触媒内生成量推定手段とを具備し、前記判定手段は、前記推定された触媒における硫黄の蓄積量と前記推定された触媒における水素の生成量とに基づいて前記硫黄被毒回復を実施するか否かを判定する（第5項）。

[0040] この態様によれば、先に述べたものと同等の蓄積量推定手段により推定された硫黄の蓄積量と、上述したものと同等の触媒内生成量推定手段により推定された触媒における水素の生成量とに基づいて硫黄被毒回復を実施するか否かが判定される。例えば、推定された触媒における水素の生成量から硫黄の反応量を計算し、推定された硫黄の蓄積量からこの計算された反応量を減じてなる差分値が所定値以上である場合等に、硫黄被毒回復を実施するとの判定が下される。

[0041] 従って、単に硫黄の蓄積量のみに基づいて判定を行う場合と較べて、実際の触媒の状態をより反映した判定を行うことができる。その結果、必ずしも気筒の内部において生成された水素を必要としない状況において、気筒相互間の空燃比インバランスを伴う被毒回復制御手段による硫黄被毒回復が実施されることを防止することができる。

[0042] 本発明に係る内燃機関の制御装置の他の態様では、前記触媒における硫黄の蓄積量を推定する蓄積量推定手段と、前記触媒における水素の生成量を推定する触媒内生成量推定手段と、前記推定された硫黄の蓄積量と、前記推定された触媒における水素の生成量とに基づいて、前記気筒における水素の要求量を推定する要求量推定手段と、前記インバランス度の制御による前記気筒における水素の生成量を推定する筒内生成量推定手段とを具備し、前記被毒回復制御手段は、前記推定された要求量が得られるように前記推定された気筒における水素の生成量に基づいて前記インバランス度を制御する（第6項）。

[0043] 上述したように気筒全体の平均的な空燃比を目標空燃比に維持し得るとは言え、個々の気筒についてみれば、被毒回復制御手段による空燃比のインバランス度の制御は、燃焼状態を理想的な燃焼状態から乖離させることによって実現される。従って、触媒を硫黄被毒から回復させるための、気筒の内部

における水素の生成量は、触媒の硫黄被毒を回復させるのに必要にして十分な量であるのが望ましい。

[0044] この態様によれば、蓄積量推定手段により推定される硫黄の蓄積量と、触媒内生成量推定手段により推定される触媒における水素の生成量とに基づいて、要求量推定手段が気筒における水素の要求量を推定する。尚、要求量とは、重量や体積等といった典型的な量的指標の他に、単位時間或いは単位体積当たりの重量や体積等として定義される濃度等を含む概念である。

[0045] 要求量推定手段は、例えば、蓄積量推定手段により推定される蓄積量から、触媒内生成量推定手段により推定される、触媒における水素の生成量を差し引き、被毒回復制御手段によるインバランス度の制御により生成させるべき水素の要求量を推定してもよい。或いは、要求量推定手段は、例えば、蓄積量推定手段により推定される蓄積量を、触媒内生成量推定手段により推定される触媒における水素の生成量に応じて減算側に補正する等して当該要求量を推定してもよい。

[0046] 一方、この態様によれば、筒内生成量推定手段により、インバランス度の制御により気筒において生成される水素の量が推定される。尚、気筒において生成される水素の量とは、重量や体積等といった典型的な量的指標の他に、単位時間或いは単位体積当たりの重量や体積等として定義される濃度等を含む概念である。尚、本発明に係る内燃機関の制御装置では、インバランス度の制御により気筒における水素の生成量を制御する構成を採ることから、インバランス度と気筒において生成される水素量又は生成される水素に応じた水素濃度との関係が、予め実験的に、経験的に又は理論的に与えられている。

[0047] 気筒における水素の要求量と気筒における水素の生成量とが推定されると、被毒回復制御手段により、この推定された要求量が得られるように、この推定された気筒における水素の生成量に基づいてインバランス度が制御される。この際、インバランス度の実践的制御態様は多様であってよい。例えば、この推定される要求量に応じてインバランス度が決定される場合には、推

定される気筒における水素の生成量から硫黄被毒回復の実施時間が定められてもよい。或いは、この推定される要求量とは別に、硫黄被毒回復を実施可能な期間に制限がある場合には、当該期間内に触媒が硫黄被毒から回復するように、インバランス度の目標値が決定されてもよい。

[0048] この態様によれば、被毒回復制御手段による、気筒における水素の生成量を、触媒の硫黄被毒の度合いに応じて常に最適化することができ、コストの増加並びにエミッション及び燃費の悪化を抑制しつつ、触媒を硫黄被毒から回復させることが出来る。例えば、触媒における硫黄の蓄積量のみに応じて気筒における水素の要求量を推定してしまうと、触媒における水素の生成量の分だけ触媒に供給される水素が過多となる。即ち、触媒に対する水素の供給量が必要にして十分な量よりも多くなり、内燃機関の燃焼状態が理想的な燃焼状態から乖離する時間が不要に長くなって、排気エミッションや燃費の悪化が顕在化する。本態様では、このような事態が回避される。

[0049] 尚、この態様では、前記触媒内生成量推定手段は、前記インバランス度の制御により変化する前記触媒の温度に基づいて、前記触媒における水素の生成量を推定してもよい（第7項）。

[0050] 空燃比をインバランスさせると、上述した気筒における水素の生成効果とは別に、リッチ側の気筒から排出されるHC或いはCOといった未燃成分の一部が、リーン側の気筒から排出される過剰な酸素により、排気経路或いは触媒において燃焼する。このため、触媒床温が上昇する。触媒床温は、触媒における水素生成量と関係があり、その関係性については、予め実験的に、経験的に又は理論的に定めておくことが出来る。

[0051] この態様によれば、触媒内生成量推定手段が、このような触媒床温の上昇作用を勘案して触媒における水素生成量を推定する。ここで、推定された触媒における水素生成量がインバランス度の制御に反映される点に鑑みると、このインバランスの結果から触媒における水素生成量を推定する構成は一種の循環参照となって、一見して論理的整合性を欠く。しかしながら、被毒回復制御手段によるインバランス度の制御は、リアルタイムに変化する触媒の

硫黄蓄積量を参照して、望ましくは硫黄蓄積量が十分に低減されるまで継続されるから、硫黄蓄積量の残量を計算するにあたって、インバランス度の制御により変化した触媒床温の影響を反映させることは実践上問題なく可能である。

[0052] 或いは、硫黄被毒回復に適した触媒床温の目標値を定めておき、触媒床温に係る目標値に維持し得るようにインバランス度を制御した上で、気筒における水素生成量と、触媒における水素生成量とが勘案された最適な時間だけ硫黄被毒回復を実施する構成としてもよい。

[0053] 或いは更に、触媒床温の上昇による触媒における水素生成量の変化を考慮した上で、インバランス度の目標値を定め、被毒回復制御手段がインバランス度を制御する構成としてもよい。

[0054] 本発明に係る内燃機関の制御装置の他の態様では、前記内燃機関は、前記触媒に流入する排気空燃比相当値を検出する第1検出手段と、前記触媒から排出される排気空燃比相当値を検出する第2検出手段とを更に具備し、前記内燃機関の制御装置は、前記検出される触媒に流入する排気空燃比相当値及び前記検出される触媒から排出される排気空燃比相当値に基づいて、前記触媒の内部の空燃比を目標空燃比に収束させる空燃比制御手段を更に具備する（第8項）。

[0055] この態様によれば、内燃機関に、触媒流入ガスの空燃比相当値を検出可能な第1検出手段と、触媒から排出される排気（以下、適宜「触媒排出ガス」とする）の空燃比相当値を検出可能な第2検出手段とが備わる。尚、「空燃比相当値」とは、その振る舞いが空燃比と一義的な関係を有する値、例えば、空燃比そのものに加えて、酸素濃度等であってもよい。また、これらは、例えば演算式やマップ等を利用した所定の換算処理を経て空燃比に換算可能な電圧値等として検出されてもよい。尚、触媒流入ガスの空燃比及び触媒排出ガスの空燃比とは、好適には、これらのガスの空燃比の時間平均値を意味する。

[0056] この態様によれば、空燃比制御手段が、触媒流入ガス及び触媒排出ガスの

空燃比相当値に基づいて、触媒内部の空燃比を目標空燃比に収束させる。これ以降、このような空燃比制御手段の制御を適宜「空燃比F/B制御」と表現する。空燃比F/B制御によれば、触媒内部の空燃比が目標空燃比となるように、各気筒の燃料噴射量が基準となる燃料噴射量から適宜補正されるが、その実践的態様は多義的である。

[0057] 例えば、空燃比F/Bは、第2検出手段を利用したサブF/B制御と、第1検出手段を利用したメインF/B制御とから構築されていてもよい。より具体的には、サブF/B制御は、第2検出手段により直接的に又は間接的に検出される空燃比と目標空燃比との偏差に応じて、触媒排出ガスの空燃比を目標空燃比に収束させるためのサブF/B制御量を演算すると共に、このサブF/B制御量に基づいて、第1検出手段により直接的に又は間接的に検出される空燃比又はその目標空燃比を補正する制御として構築されていてもよい。

[0058] 一方、メインF/B制御は、この補正された空燃比と目標空燃比との偏差に応じて、或いは、検出された空燃比とこの補正された目標空燃比との偏差に応じて、触媒流入ガスの空燃比を目標空燃比に収束させるためのメインF/B制御量（例えば、基準噴射量に乗じるべき補正係数等）を決定し、基準噴射量を補正する制御として構築されていてもよい。

[0059] 尚、本願における空燃比F/B制御は、例えば、F/B制御量が比例項（P項）及び積分項（I項）を含む所謂PI制御であってもよいし、F/B制御量が比例項及び積分項に更に微分項（D項）を加えて構築される所謂PID制御であってもよい。また、空燃比F/B制御は、全気筒一律になされるものであっても、各気筒個別になされるものであってもよい。

[0060] このような空燃比F/B制御によれば、触媒内部の空燃比を目標空燃比に維持することが出来るため、触媒を硫黄被毒から回復させるべく気筒間の空燃比のインバランス度を変化させるにあたって、機関全体の空燃比に与える影響を軽減することが出来る。従って、排気エミッション及び燃費の悪化を好適に抑制することが出来る。

- [0061] 本発明に係る内燃機関の制御装置の他の態様では、前記被毒回復制御手段は、燃料噴射装置、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方の開閉時期を変化させることが可能な可変動弁装置並びにEGR装置のうち少なくとも一つを制御する（第9項）。
- [0062] 空燃比のインバランスは、気筒内に吸入される空気量と気筒内に供給される燃料量とのバランスが気筒相互間で異なることによって生じるものである。従って、空燃比のインバランス度を制御するにあたっての制御対象として、最も適当なものの一つは、気筒毎に燃料噴射量を変更することが可能な燃料噴射装置である。
- [0063] 但し、気筒毎に、吸気弁又は排気弁或いはその両方の開閉時期（即ち、端的にはバルブタイミング）や開閉期間（即ち、端的にはバルブリフト量）を異ならしめれば、気筒毎に吸入空気量を変化させることが出来る。従って、気筒において水素を生成させることが出来る。また、気筒毎に独立した吸気絞り弁を有する構成とすれば、同様に気筒毎に吸入空気量を異ならしめることが出来る。
- [0064] また、EGR（Exhaust Gas Recirculation）装置を介してEGR率やEGR量を変化させれば、気筒内部に吸入されるガスに対する新気の割合や形成される混合気の均質性を変化させることが出来る。従って、気筒毎に独立してEGRを導入可能な構成（例えば、各気筒の吸気ポートに夫々EGR管とEGR弁とを備えた構成等）とすれば、気筒毎に吸入空気量を異ならしめることが出来、空燃比のインバランスを実現することが出来る。
- [0065] 尚、被毒回復制御手段は、これら空燃比のインバランスを変化させ得る装置に加えて、点火装置を更に制御してもよい。点火時期を遅角側に変化させると、気筒内の燃焼反応の進行が全体的に遅角側に推移する。このため、排気弁が開弁した時点において燃焼反応を継続させておくことが可能となり、排気経路及びそれに連通する触媒の温度上昇を図ることが出来る。触媒床温は上述したように、触媒における水素生成量や触媒における硫黄の脱離に影響する。従って、点火時期の制御を介して、インバランス度による気筒にお

ける水素の生成量と、触媒床温とを独立して制御することが可能となる。この場合、触媒床温への影響を配慮することなくインバランス度を制御することが可能となり、インバランス度の制御幅により高い自由度を付与することが出来る。

[0066] 本発明に係る内燃機関の制御装置の他の態様では、前記内燃機関は、燃料としてガソリンを使用する内燃機関、燃料として軽油を使用する圧縮自着火式内燃機関、又は、成層燃焼により空燃比がリーン空燃比に維持される燃焼希薄燃焼内燃機関である（第10項）。

[0067] 内燃機関の採り得る態様が異なれば、触媒或いは触媒システムの構成も変化するが、例えば三元触媒にせよ、リーンNO_x触媒にせよ、硫黄被毒の問題は同様に生じ得る。その点に鑑みれば、本発明に係る内燃機関の制御装置は、内燃機関の構成によらず適用することが出来る。

[0068] 尚、ディーゼルエンジン等の圧縮自着火式内燃機関においては、通常、空燃比制御の概念は存在しないが、燃焼状態の制御により気筒内部で水素を生成することは可能である。

[0069] 圧縮自着火式内燃機関は、主として新気が燃料量に対して足りているか否かが問題であり、空燃比制御ではなく噴射量制御により燃焼状態が制御される。逆に言えば、アクセル開度に対して定まる要求噴射量に対して、必要な新気量の下限值が存在する（噴射量の上限ガードに相当する）。この点を利用すれば、例えば、ドライバ要求に応じた燃料噴射量に対して弱酸素不足条件で燃焼を制御すれば、CO或いはHCの生成を惹起することは可能であり、排気経路においてDPF（Diesel Particulate Filter）等と共に設置されることの多いリーンNO_x触媒の硫黄被毒を好適に解消することが出来る。

[0070] 本発明のこのような作用及び他の利得は次に説明する実施形態から明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0071] [図1]本発明の一実施形態に係るエンジンシステムの構成を概念的に表してなる概略構成図である。

[図2]図1のエンジンシステムにおいてECUにより実行される硫黄被毒回復制御のフローチャートである。

[図3]図4の硫黄被毒回復制御において参照される第1水素濃度マップの概念図である。

[図4]図4の硫黄被毒回復制御において参照される第2水素濃度マップの概念図である。

[図5]本発明の第2実施形態に係る硫黄被毒回復制御のフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0072] <発明の実施形態>

以下、図面を参照して、本発明の各種実施形態について説明する。

[0073] <第1実施形態>

<実施形態の構成>

始めに、図1を参照し、本発明の一実施形態に係るエンジンシステム10の構成について説明する。ここに、図1は、エンジンシステム10の構成を概念的に表してなる概略構成図である。

[0074] 図1において、エンジンシステム10は、図示せぬ車両に搭載され、ECU100及びエンジン200を備える。

[0075] ECU100は、CPU、ROM及びRAM等を備え、エンジンシステム10の動作を制御可能に構成された電子制御ユニットであり、本発明に係る「内燃機関の制御装置」の一例である。ECU100は、ROMに格納された制御プログラムに従って、後述する硫黄被毒回復制御を実行可能に構成されている。

[0076] 尚、ECU100は、本発明に係る「判定手段」、「蓄積量推定手段」、「触媒内生成量推定手段」、「筒内生成量推定手段」、「要求量推定手段」、「被毒回復制御手段」及び「空燃比制御手段」の夫々一例として機能し得る一体の電子制御ユニットであるが、本発明に係るこれら各手段の物理的、機械的及び電気的な構成はこれに限定されるものではなく、これら各手段は

、例えば複数のECU、各種処理ユニット、各種コントローラ或いはマイコン装置等各種コンピュータシステム等として構成されていてもよい。

[0077] エンジン200は、本発明に係る「内燃機関」の一例たる多気筒ガソリンエンジンである。

[0078] 図1において、エンジン200は、シリンダブロックCBに収容される複数の気筒201を備える。尚、図1において、気筒201は紙面奥行き方向に配列しており、図1においては一の気筒201のみが示されている。

[0079] エンジン200において、気筒201の内部に形成された燃焼室には、混合気の燃焼に伴う爆発力に応じて図示上下方向に往復運動を生じるピストン202を備える。ピストン202の往復運動は、コネクティングロッド203を介してクランクシャフト204の回転運動に変換され、エンジン200を搭載する車両の動力として利用される構成となっている。

[0080] クランクシャフト204の近傍には、クランクシャフト204の回転位置（即ち、クランク角）を検出可能なクランクポジションセンサ205が設置されている。このクランクポジションセンサ205は、ECU100と電氣的に接続されており、検出されたクランク角は、一定又は不定の周期でECU100に参照され、例えば、エンジン回転数NEの算出や、その他の制御に供される構成となっている。

[0081] エンジン200において、外部から吸入された空気は、図示せぬクリーナにより浄化された後、各気筒について共通の吸気管206に導かれる。吸気管206には、この吸入空気の量である吸入空気量を調節可能なスロットルバルブ207が配設されている。このスロットルバルブ207は、ECU100と電氣的に接続された不図示のスロットルバルブモータによってその駆動状態が制御される、一種の電子制御式スロットルバルブとして構成されている。

[0082] ECU100は、基本的には不図示のアクセルポジションセンサにより検出されるアクセル開度 T_a に応じたスロットル開度が得られるようにスロットルバルブモータを駆動制御する。但し、ECU100は、スロットルバル

ブモータの動作制御を介してドライバの意思を介在させることなくスロットル開度を調整することも可能である。

[0083] スロットルバルブ207により適宜調量された吸入空気は、気筒201の各々に対応する吸気ポート208を経由して、吸気弁209の開弁時に気筒内部に吸入される。吸気弁209は、図示するように断面視略楕円形状を有するカム210のカムプロファイルに応じてその開閉時期が規定される構成となっている。

[0084] 一方、このカム210は、例えばカムスプロケットやタイミングチェーン等の動力伝達手段を介してクランクシャフト204に連結された吸気カム軸（符号省略）に固定されている。従って、吸気弁209の開閉位相は、クランクシャフト204の回転位相（即ち、クランク角）と、一の固定状態において一義的な関係にある。

[0085] ここで、この吸気カム210と吸気カム軸との固定状態は、油圧駆動装置211により供給される制御油の油圧により変化する。より具体的には、吸気カム210は、ベーンと呼ばれる翼状部材を介して吸気カム軸に連結されており、このベーンと吸気カム軸との回転位相は、油圧駆動装置211が有する油圧室に印加される油圧に応じて変化する構成となっている。従って、ベーンに固定された吸気カム210と吸気カム軸との回転位相もまた、当該油圧に応じて変化する。油圧駆動装置211は、ECU100と電氣的に接続された状態にあり、ECU100は、油圧駆動装置211の制御を介して、吸気弁209の開閉時期を各気筒独立に変化させることが出来る。即ち、油圧駆動装置211は、本発明に係る「可変動弁装置」の採り得る構成の一例である。

[0086] 尚、本発明に係る可変動弁装置の採り得る形態は、本実施形態のものに限定されない。例えば、吸気弁209は、ソレノイドアクチュエータ等により電磁的に駆動される、所謂電磁駆動弁（カム・バイワイヤ）であってもよい。

[0087] 吸気ポート208に導かれた吸入空気は、吸気ポート208に噴射弁の一

部が露出してなる吸気ポートインジェクタ 212 から噴射された燃料（ガソリン）と混合されて前述の混合気となる。燃料たるガソリンは、図示せぬ燃料タンクに貯留されており、図示せぬ低圧フィードポンプの作用により、図示せぬデリバリパイプを介して吸気ポートインジェクタ 212 に供給されている。吸気ポートインジェクタ 212 において、噴射弁を駆動する不図示の駆動装置は、ECU 100 と電氣的に接続されており、吸気ポートインジェクタ 212 は、ECU 100 がこの駆動装置を介して噴射弁の開弁期間を制御することによって、この開弁期間に応じた量の燃料噴霧を吸気ポート 208 に供給することが出来る。吸気ポートインジェクタ 212 は、本発明に係る「燃料噴射装置」の一例である。

[0088] エンジン 200 の燃焼室には火花点火装置である点火装置 213 の点火プラグ（符号省略）の一部が露出している。エンジン 200 の圧縮行程において圧縮された混合気は、この点火プラグの点火動作により着火し燃焼する仕組みとなっている。点火装置 213 は、ECU 100 と電氣的に接続されており、点火装置 213 の点火時期は、ECU 100 により制御される構成となっている。

[0089] 一方、燃焼室において燃焼反応を生じた混合気は、燃焼行程に引き続く排気行程において、クランクシャフト 204 と間接的に連結された排気カム 214 のカムプロファイルにより開閉駆動される排気弁 215 の開弁時に、排気ポート 216 に排出される。

[0090] この排気ポート 216 は、その下流側（気筒 201 から遠ざかる側）において排気マニホールド（断面視の形態を採る関係上、図 1 では示されていない）に接続される。排気マニホールドは、排気ポート 216 から排出される排気を、全気筒について集約した後に排気管 219 に導く装置であり、排気管 219 に繋がっている。

[0091] 排気ポート 216 に繋がる上記排気マニホールドには、EGR 管 217 の一端部が連結されている。EGR 管 217 は、吸気ポート 208 の上流側に位置する吸気マニホールド（符号省略）にその他端部が連結されており、排

気の一部をEGRガスとして吸気系に戻すことが出来る。

- [0092] EGRガスの供給量たるEGR量は、EGR管217に設置されたEGR弁218により制御される。EGR弁218は、ソレノイドの電磁力により弁の開閉を制御する電磁駆動弁であり、当該ソレノイドの励磁状態を制御する駆動装置と電氣的に接続されたECU100の制御により、その弁開度が制御される構成となっている。
- [0093] 尚、図1では、EGR管217が排気ポート216に繋がる排気マニホールドに連結されるものとしたが、EGR管217は、この排気マニホールドに繋がる排気管219に連結されていてもよい。
- [0094] 本実施形態においては、EGR管217が、後述する三元触媒220よりも上流側（気筒側）において排気系に接続されており、EGR管217とEGR弁218とにより、本発明に係る「EGR装置」の一例たるHPL（High Pressure Loop）EGR装置が構成される。しかしながら、EGR装置の構成はこれに限定されない。例えば、EGR装置は、EGR管217が排気管219における後述する三元触媒220の下流側に連結され、三元触媒通過後の排気を取り出すLPL（Low Pressure Loop）EGR装置であってもよい。
- [0095] 各気筒の排気ポート216には、排気管219が連結されている。排気管214は、本発明に係る「排気経路」の一例である。
- [0096] 排気管219には、本発明に係る「排気浄化用の触媒」の一例たる三元触媒220が設置される。三元触媒215は、触媒担体に白金等の貴金属が担持された公知の触媒装置であり、HC及びCOの酸化燃焼反応と、窒素酸化物NO_xの還元反応とを略同時に進行させることによって排気を浄化可能に構成される。尚、三元触媒220が上記排気マニホールドに接続された排気管219に設置される所、本実施形態において三元触媒220に流入する排気は、エンジン200の全気筒について集約された後の排気である。
- [0097] 排気管219における三元触媒220の上流側には、三元触媒220に流入する触媒流入ガス（全気筒について集約された後の排気）の空燃比である

入力側空燃比 A/F_{in} を検出可能な空燃比センサ 221 が設置されている。空燃比センサ 221 は、例えば、拡散抵抗層を備えた限界電流式広域空燃比センサであり、本発明に係る「第 1 検出手段」の一例である。

[0098] 空燃比センサ 221 は、三元触媒 220 上流側の排気（即ち、触媒流入ガス）の空燃比である入力側空燃比 A/F_{in} に応じた出力電圧値 V_{afin} （即ち、本発明に係る「空燃比相当値」の一例）を出力するセンサである。即ち、空燃比センサ 221 は、入力側空燃比 A/F_{in} と一義的な関係を有する電圧値により間接的に入力側空燃比 A/F_{in} を検出する構成を採る。

[0099] この出力電圧値 V_{afin} は、入力側空燃比 A/F_{in} が理論空燃比である時に基準出力電圧値 V_{st} に一致する。また、この出力電圧値 V_{afin} は、入力側空燃比 A/F_{in} が空燃比リッチ側にある場合に基準出力電圧値 V_{st} より低くなり、入力側空燃比 A/F_{in} が空燃比リーン側にある場合に基準出力電圧値 V_{st} より高くなる。即ち、出力電圧値 V_{afin} は、入力側空燃比 A/F_{in} の変化に対して連続的に変化する。空燃比センサ 221 は、ECU 100 と電氣的に接続されており、検出された出力電圧値 V_{afin} は、ECU 100 により一定又は不定の周期で参照される構成となっている。

[0100] 排気管 219 における三元触媒 220 の下流側には、三元触媒 220 を通過した触媒排出ガスの酸素濃度である下流側酸素濃度 C_{oxs} を検出可能な O_2 センサ 222 が設置されている。 O_2 センサ 222 は、周知の起電力式酸素濃度センサ（即ち、安定化ジルコニアを用いた濃淡電池型の酸素濃度センサ）であり、本発明に係る「第 2 検出手段」の一例である。

[0101] O_2 センサ 222 は、下流側酸素濃度 C_{oxs} に応じた出力電圧値 V_{oxs} （即ち、本発明に係る「空燃比相当値」の一例）を出力するセンサである。即ち、 O_2 センサ 222 は、酸素濃度と一義的な関係を有する電圧値により間接的に酸素濃度を検出する構成を採る。

[0102] O_2 センサ 222 の出力電圧値 V_{oxs} は、触媒排出ガスの空燃比が理論空燃比である場合（言い換えれば、下流側酸素濃度 C_{oxs} が理論空燃比に相

当する基準酸素濃度 C_{oxsb} である場合) に基準出力電圧値 V_{oxsb} (例えば、約 0.5 V 程度) に一致する。また、出力電圧値 V_{oxs} は、触媒排出ガスの空燃比が理論空燃比に対し空燃比リッチ側にある場合に基準出力電圧値 V_{oxsb} よりも高くなり、同じく空燃比が空燃比リーン側にある場合に基準出力電圧値 V_{oxsb} よりも低くなる。

[0103] 具体的には、触媒排出ガスの空燃比が、理論空燃比とリッチ側検出限界空燃比との間にある場合、 O_2 センサ 222 の出力電圧値 V_{oxs} は、空燃比の減少 (即ち、酸素濃度 C_{oxs} の減少) に伴って、係るリッチ側検出限界空燃比に相当する最大出力電圧値 V_{oxsmax} (例えば、約 0.9 V 程度) まで比較的急峻に、略線形に増加する。リッチ側検出限界空燃比よりもリッチ側の空燃比領域において、出力電圧値 V_{oxs} は最大出力電圧値 V_{oxsmax} で略一定となる。

[0104] また、触媒排出ガスの空燃比が、理論空燃比とリーン側検出限界空燃比との間にある場合、 O_2 センサ 222 の出力電圧値 V_{oxs} は、空燃比の増加 (即ち、酸素濃度 C_{oxs} の増加) に伴って、係るリーン側検出限界空燃比に相当する最小出力電圧値 V_{oxsmin} (例えば、約 0.1 V 程度) まで比較的急峻に、略線形に減少する。リーン側検出限界空燃比よりもリーン側の空燃比領域において、出力電圧値 V_{oxs} は最小出力電圧値 V_{oxsmin} で略一定となる。

[0105] O_2 センサ 222 は、ECU 100 と電氣的に接続されており、検出された出力電圧値 V_{oxs} は、ECU 100 により一定又は不定の周期で参照される構成となっている。

[0106] エンジン 200 において、シリンダブロック CB を取り囲むように設置されたウォータジャケットには、エンジン 200 を冷却するために循環供給される冷却水 (LLC) の温度である冷却水温 T_w を検出可能な水温センサ 223 が配設されている。水温センサ 223 は、ECU 100 と電氣的に接続されており、検出された冷却水温 T_w は、ECU 100 により一定又は不定の周期で参照される構成となっている。

[0107] また、エンジン200において、吸気管206には、吸入空気量 G_a を検出可能なエアフローメータ224が配設されている。エアフローメータ224は、ECU100と電氣的に接続されており、検出された吸入空気量 G_a は、ECU100により一定又は不定の周期で参照される構成となっている。

[0108] 尚、本実施形態に係るエンジン200は、ガソリンを燃料とする無過給エンジンであるが、本発明に係る内燃機関の構成は、エンジン200に限定されず多様であってよい。例えば、本発明に係る内燃機関は、気筒数、気筒配列、燃料種別、燃料の噴射態様、吸排気系の構成、動弁系の構成、燃焼方式、過給器の有無及び過給態様等が、エンジン200と異なってもよい。

[0109] 例えば、エンジンシステム10は、エンジン200に替えて、圧縮自着火式内燃機関であるディーゼルエンジンを備えていてもよいし、吸気ポートインジェクタ212に替えて又は加えて気筒内部に燃料を噴射可能な直噴インジェクタを備えた直噴エンジンを備えていてもよい。直噴エンジンである場合、エンジン200のように均質燃焼の代わりに成層燃焼による空燃比リーン側でのリーンバーン（希薄燃焼）が行われてもよい。また、各エンジン構成において、吸気系に過給器が設置されていてもよい。この場合、過給器のコンプレッサは、排気タービンにより駆動される構成であってもよいし、機関トルクにより機械的に駆動される構成であってもよい。

[0110] エンジンの態様が異なれば、排気系における触媒システムの構築態様も異なり得るが、いずれの構成においても、後述する硫黄被毒回復制御の概念は適用可能である。

[0111] <実施形態の動作>

<空燃比 F/B 制御の概要>

エンジン200において、吸気ポートインジェクタ212の燃料噴射量 Q_{pfi} は、ECU100により、エンジン200の稼動期間について常時実行される空燃比 F/B 制御により制御される。

[0112] 本実施形態に係る空燃比 F/B 制御は、メイン F/B 制御とサブ F/B 制

御とから構成される。

- [0113] メインF/B制御は、空燃比センサ221の出力電圧値 V_{afin} に基づいて得られる入力側空燃比 A/F_{in} が入力側目標空燃比 A/F_{intg} に収束するようになされる燃料噴射量の制御である。
- [0114] サブF/B制御は、 O_2 センサ222の出力電圧値 V_{oxs} が目標出力電圧値 V_{oxstg} に収束するよう空燃比センサ221の出力電圧値 V_{afin} 又は入力側目標空燃比 A/F_{intg} を補正する制御である。
- [0115] メインF/B制御及びサブF/B制御を含む空燃比F/B制御が実行されると、三元触媒220の内部の空燃比を目標空燃比に収束させることが出来る。目標空燃比とは、三元触媒220の排気浄化作用が最適化される空燃比であって、例えば、理論空燃比である。無論、この目標空燃比は、エミッションや燃費を勘案して許容される範囲で、エンジン200の要求性能等に応じて適宜変更されてもよく、また実際に適宜変更される。
- [0116] メインF/B制御及びサブF/B制御を実行するにあたって、ECU100は、本発明における「空燃比制御手段」の一例として機能する。尚、このような触媒上下流の空燃比相当値に基づいたフィードバック制御は、従来各種のものが提案されており、ここでは、説明の煩雑化を防ぐ目的からこれ以上の詳細については割愛する。
- [0117] <硫黄被毒回復制御の詳細>
- エンジン200に使用されるガソリンには、多寡はあれ硫黄が含まれることが多い。この燃料中の硫黄は、気筒201内部において、或いは排気管219において、酸素と結びついて硫黄酸化物(SO_x)となり易い。硫黄酸化物は、三元触媒220の貴金属と化学的に結び付き易く、エンジン200の稼動期間において、三元触媒220は徐々に硫黄被毒する。エンジンシステム10では、この三元触媒220を硫黄被毒から回復させるために、ECU100により、硫黄被毒回復制御が実行される。ここで、図2を参照し、硫黄被毒回復制御の詳細について説明する。ここに、図2は、硫黄被毒回復制御のフローチャートである。尚、硫黄被毒回復制御は、ECU100が、

上述した空燃比 F/B 制御の一サブルーチンとして実行するものとする。

[0118] 図2において、ECU100は、三元触媒220の硫黄蓄積量 A_{sf} を取得する（ステップS101）。硫黄蓄積量 A_{sf} とは、前回の硫黄被毒回復制御が終了してから現在に至る期間において、三元触媒220に蓄積された硫黄の量であり、本発明に係る「触媒における硫黄の蓄積量」の一例である。硫黄蓄積量 A_{sf} は、ECU100が、硫黄被毒回復制御とは別の制御ルーチンで繰り返し演算しており、RAM等の書き換え可能なメモリに適宜更新を伴いつつ記憶している。即ち、硫黄蓄積量 D_{sf} を演算する過程において、ECU100は、本発明に係る「蓄積量推定手段」の一例として機能する。

[0119] ECU100は、燃料噴射量 Q_{pfi} を各気筒各サイクルについて積算した値である積算燃料消費量 ΣQ_{pfi} から硫黄蓄積量 D_{sf} を推定する。尚、予め単位燃料中の硫黄含有量は初期値として与えられているものとする。ECU100は、その時点の積算燃料消費量 ΣQ_{pfi} に対し、所定の蓄積率 σ を乗じることによって硫黄蓄積量 D_{sf} を算出する。蓄積率 σ は、排気管219に排出された硫黄のうち三元触媒220に蓄積する硫黄の比率を表す補正係数であり、予め実験的に、経験的に又は理論的に、機関回転数 NE 及び負荷率 KL （即ち、気筒201に吸入された新気量の物理的的最大値に対する割合である）をパラメータとして制御マップに格納されている。定性的には、機関回転数 NE が高い程、また、負荷率 KL が大きい程、蓄積率 σ は弱減少傾向となる。尚、このような硫黄蓄積量 D_{sf} の推定態様は、一例であり、硫黄蓄積量の算出には公知の各種態様を適用可能である。

[0120] 次に、ECU100は、触媒内水素生成量 A_{h2cat} を取得する（ステップS102）。

[0121] 触媒内水素生成量 A_{h2cat} とは、前回の硫黄被毒回復制御が終了してから現在に至る期間において、三元触媒220で生成された水素の積算量であり、本発明に係る「触媒における水素の生成量」の一例である。触媒内水素生成量 A_{h2cat} は、ECU100が、硫黄被毒回復制御とは別の制御

ルーチンで繰り返し演算しており、RAM等の書き換え可能なメモリに適宜更新を伴いつつ記憶している。即ち、触媒内水素生成量 A_{h2cat} を演算する過程において、ECU100は、本発明に係る「触媒内生成量推定手段」の一例として機能する。

[0122] ECU100は、触媒内水素生成量 A_{h2cat} を、三元触媒220の触媒床温 T_{cat} に基づいて取得する。より具体的には、ECU100のROMには、触媒床温 T_{cat} と水素濃度との関係を規定する第1水素濃度マップが格納されており、ECU100は、第1水素濃度マップから、触媒床温 T_{cat} に該当する水素濃度を推定し、推定された水素濃度から触媒内水素生成量 A_{h2cat} を算出する構成となっている。

[0123] 触媒床温 T_{cat} は、最新のIGオンタイミン以降、硫黄被毒回復制御とは別の制御ルーチンにおいて、当該タイミン以降の積算燃料消費量（先の ΣQ_{pfi} と概念的には同様である）に基づいて推定される。具体的には、積算燃料消費量と触媒床温 T_{cat} との関係を表す制御マップが予めROMに格納されており、ECU100は、当該制御マップから、積算燃料消費量に対応する温度値を取得することによって触媒床温 T_{cat} を推定する。尚、三元触媒220に温度センサが配置される場合には、当該温度センサの検出値が使用されてもよい。

[0124] ここで、図3を参照し、第1水素濃度マップの詳細について説明する。ここに、図3は、第1水素濃度マップの概念図である。

[0125] 図3において、縦軸及び横軸には夫々三元触媒220における水素濃度及び触媒床温 T_{cat} が表される。

[0126] 図示するように、三元触媒220においては、概ね600℃付近前後の温度領域に位置する水素欠乏領域（ハッチング領域）を境に、低温側及び高温側の双方で相応の水素が発生する。水素欠乏領域よりも低温側においては主として水性ガスシフト反応により水素が発生し、同じく高温側においては主として水蒸気改質反応により水素が発生する。

[0127] 第1水素濃度マップには、図3に例示される、水性ガスシフト反応及び水

蒸気改質反応を定量的に解析した結果として得られる触媒床温 T_{cat} と水素濃度との関係が予め数値化されて格納されている。ここで、水素量でなく水素濃度であるのは、水素量が、三元触媒 220 に流入する触媒流入ガスの総量に依存するからである。即ち、ECU100 は、第 1 水素濃度マップから取得される水素濃度と、機関回転数 NE 及び負荷率 KL に基づいて、単位時間における、三元触媒 220 における水素の生成量を推定する。この推定された単位時間当たりの水素の生成量は随時積算され、その積算値が RAM 等の記憶手段に一時的に記憶されている。触媒内水素生成量 A_{H_2cat} とは、この記憶された積算値である。

[0128] 図 2 に戻り、ECU100 は、ステップ S101 で取得された硫黄蓄積量 A_{sf} と、ステップ S102 で取得された触媒内水素生成量 A_{H_2cat} とに基づいて、補正後蓄積量 A_{sfcor} を算出する (ステップ S103)。補正後蓄積量 A_{sfcor} は、三元触媒 220 に蓄積された硫黄のうち、三元触媒 220 で生成された水素の還元作用による減少分を差し引いた量であり、その時点で実際に三元触媒 220 に蓄積していると推定される硫黄の量である。

[0129] 補正後蓄積量 A_{sfcor} を算出すると、ECU100 は、算出した補正後蓄積量 A_{sfcor} が基準値 $A_{sfcorth}$ よりも大きいかな否かを判定する (ステップ S104)。基準値 $A_{sfcorth}$ は、予め実験的に、経験的に又は理論的に、三元触媒 220 の浄化効率が所定以上に低下する値として決定されている。

[0130] 補正後蓄積量 A_{sfcor} が基準値 $A_{sfcorth}$ 以下である場合 (ステップ S104 : NO)、ECU100 は、硫黄被毒回復制御を終了する。尚、硫黄被毒回復制御は、先述したように空燃比 F/B 制御の一サブルーチンであるから、空燃比 F/B 制御において実行条件が満たされた場合に再度実行される。

[0131] 一方、補正後蓄積量 A_{sfcor} が、基準値 $A_{sfcorth}$ よりも大きい場合 (ステップ S104 : YES)、ECU100 は、三元触媒 220 に

硫黄被毒回復の必要性があると判定し、ステップS105以降の処理を実行する。即ち、この場合、ECU100は、本発明に係る「判定手段」の一例として機能する。また、ステップS105からステップS109に至る処理は、本発明に係る「硫黄被毒回復」の一例である。

[0132] ステップS105では、H2要求量 N_{h2} が算出される。H2要求量 N_{h2} は、気筒201で生成させる必要がある水素量の要求量であり、本発明に係る「気筒における水素の要求量」の一例である。

[0133] H2要求量 N_{h2} は、ステップS103で算出された補正後蓄積量 A_{sfc} に相当する硫黄を還元するために必要な水素量であり、その算出アルゴリズムは予め実験的に、経験的に又は理論的に与えられている。

[0134] H2要求量 N_{h2} が算出されると、ECU100は、各気筒における、空燃比のインバランス度 IMB を決定する（ステップS106）。空燃比のインバランス度 IMB は、気筒相互間の空燃比のばらつきの指標値であって、実践上は多様に定義し得る指標値である。本実施形態における空燃比のインバランス度 IMB は、理論空燃比に対する、理論空燃比と各気筒の制御空燃比との偏差の割合として定義される。即ち、理論空燃比を X として、ある気筒の空燃比を Y とすると、当該気筒のインバランス度は $(X - Y) / X \times 100$ (%)となる。

[0135] 例えば、理論空燃比(14.6)に対し、ある気筒の空燃比が10であるとすると、当該気筒のインバランス度は、約32%となる。同様に、ある気筒の空燃比が18であるとすると、その気筒のインバランス度は、約-23%となる。尚、この場合、理論空燃比を介して間接的に各気筒の空燃比のばらつきの度合いが表されることになる。また、インバランス度 IMB の決定とは、その定義に従えば、硫黄被毒回復制御における各気筒の空燃比の目標値を決定することと等価である。

[0136] ECU100は、各気筒のインバランス度 IMB を決定するにあたって、ROMに格納された第2水素濃度マップを参照する。ここで、図4を参照し、第2水素濃度マップについて説明する。ここに、図4は、第2水素濃度マ

ップの概念図である。

- [0137] 図4において、縦軸及び横軸に夫々水素濃度及びインバランス度IMB(%)が表される。インバランス度IMB=0とは、上述した定義により理論空燃比を意味する。
- [0138] このように、気筒内部では、空燃比が理論空燃比に対しリッチ側にあっても(正值)、リーン側にあっても(負値)、生成される水素の濃度は上昇する。しかしながら、通常の均質燃焼においては、リッチ側におけるリッチ失火限界よりもリーン側におけるリーン失火限界の方が、理論空燃比に対するマージンが少ない。従って、インバランス度IMBとして採り得る範囲は、リッチ側(正值)の方が広く、リッチ燃焼による水素生成の方が、可制御性が高くなっている。
- [0139] 一方、インバランス度IMBに対する水素濃度は、機関回転数NE及び負荷率KLに対しても変化する。例えば、ある基準の機関回転数NE及び負荷率KLに対する特性を図示実線の特性とすると、機関回転数NEが低い場合又は負荷率KLが小さい場合には、水素濃度は減少する(図示鎖線参照)。また、機関回転数NEが高い場合又は負荷率KLが大きい場合には、水素濃度は上昇する(図示破線参照)。
- [0140] 第2水素濃度マップには、図示の関係が予め数値化された状態で格納されており、ECU100は、インバランス度IMBに対する水素濃度を、その時点の機関回転数NE及び負荷率KLに基づいて推定することが出来る。また、機関回転数NE及び負荷率KLに基づいて、単位時間に気筒から排出されるガスの総量を推定することが出来る。従って、ECU100は、あるインバランス度IMBが選択された気筒201における水素生成量 G_{h2} を算出することが出来る。
- [0141] ここで、各気筒のインバランス度IMBは、エンジン200に備わる気筒全体で、空燃比が先に述べた入力側目標空燃比 $A_{Fi n t g}$ 又は理論空燃比に可及的に一致するように決定される。従って、気筒間にインバランスを生じさせるにあたって一の気筒201が空燃比リッチ側(又はリーン側)に制

御される場合には、他の気筒の少なくとも一部はリーン側（又はリッチ側）に制御される。また、この際、エンジン200の機関トルクの変動が可及的に少なく済むように、リッチ側に制御される気筒とリーン側に制御される気筒とが、時系列上交互に燃焼行程を迎えるように、各気筒の空燃比が決定されてもよい。

[0142] 複数の気筒全体で空燃比を入力側目標空燃比 A/F_{intg} 又は理論空燃比に維持し得る各気筒のインバランス度 IMB の組み合わせは無論一義的でない。例えば、先に述べた空燃比 F/B 制御のルーチンと同様に、リッチ気筒を除く残余の気筒のインバランス度 IMB が決定されてもよいし、より単純には、全気筒の平均空燃比が理論空燃比又は入力側目標空燃比 A/F_{intg} となるように、当該残余の気筒の暫定的な空燃比が決定されてもよい。

[0143] 後者の手法とは、例えば、次のようなものを指す。例えば、4気筒エンジンを例に採り、気筒全体の平均空燃比を理論空燃比又は入力側目標空燃比 A/F_{intg} とするために必要な燃料量が「10」である（即ち、各気筒の一サイクルに必要な燃料量が「2，5」である）とする。この場合、リッチ側に制御するリッチ気筒の燃料噴射量を「4」とすると、残余の3気筒で噴射すべき燃料量は「6」である。このような条件下で、残余の各気筒の燃料噴射量を「2」とする、或いは、残余の3気筒のうち2気筒について燃料噴射量を「2.5」に維持し、残余の一気筒のみ燃料噴射量を「1」とする。このようにしても、気筒全体の燃料噴射量は目標値に維持され、三元触媒220に流入する触媒流入ガスの平均空燃比を理論空燃比或いは入力側目標空燃比 A/F_{intg} に維持することが出来る。

[0144] 一方、気筒間で空燃比をインバランスさせる目的（三元触媒220からの硫黄の脱離）からすれば、少なくとも一の気筒201のインバランス度 IMB は、先に算出された H_2 要求量 N_{h2} に応じて決定される。例えば、空燃比をリッチ側又はリーン側に制御した一の気筒から生成される水素のみで、ある有限の許容時間内に H_2 要求量 N_{h2} を満たし得る場合には、当該一の気筒の空燃比のみを変化させ、気筒間でインバランスを生じさせてもよい。

また、トルク変動を抑制する観点からは、可及的に多くの気筒の空燃比をリッチ側又はリーン側に制御し、上述したように燃焼行程をリッチ気筒→リーン気筒→リッチ気筒・・・で順次迎えるように各気筒のインバランス度を決定してもよい。尚、本実施形態においては、基本的に、硫黄被毒回復制御に要する時間を短縮化すべく、単位時間当たりの水素生成量が最も多くなるように、各気筒のインバランス度 IMB が決定される。

[0145] 図2に戻り、各気筒についてインバランス度 IMB （即ち、一義的に空燃比の目標値）が決定されると、ECU100は、決定されたインバランス度 IMB に従って、各気筒の目標空燃比を切り替える（ステップS107）。目標空燃比を切り替えることにより、通常の燃料噴射制御ルーチンに従って、ポート噴射インジェクタ212が駆動制御され、気筒間でインバランスを生じさせるための燃料噴射が実現される。

[0146] このようにインバランス制御が実行されると、ECU100は、インバランス制御開始以降の気筒全体での水素生成量 ΣGh_2 を、各気筒の水素生成量 Gh_2 の積算値としてカウントする（ステップS108）。続いて、カウントされる水素生成量 ΣGh_2 が先に算出された H_2 要求量 Nh_2 を超えたか否かが判定され（ステップS109）、水素生成量 ΣGh_2 が H_2 要求量 Nh_2 以下である場合には（ステップS109：NO）、処理はステップS108に戻され、インバランス制御が継続される。

[0147] 水素生成量 ΣGh_2 が H_2 要求量 Nh_2 よりも大きくなると（ステップS109：YES）、ECU100は、硫黄蓄積量 Asf がクリアされるように、硫黄蓄積量推定用のサブルーチンを制御し（ステップS110）、硫黄被毒回復制御を終了する。

[0148] 尚、ここでは、水素生成量 ΣGh_2 と H_2 要求量 Nh_2 との比較がなされるが、空燃比のインバランスにより気筒内で水素を生成している期間においても、三元触媒220における水素生成は別途進行する。従って、ECU100は、空燃比のインバランスにより硫黄被毒回復を図る期間において、触媒内水素生成量 Ah_2cat を水素生成量 ΣGh_2 に加算してステップS1

09を実行してもよい。或いは、予めH2要求量 N_{h2} を算出するにあたって触媒内水素生成量 A_{h2cat} を考慮して、本実施形態に係るH2要求量 N_{h2} を減量側に補正してもよい。

[0149] 以上説明したように、本実施形態に係る硫黄被毒回復制御によれば、気筒間で空燃比のインバランスを生じさせることにより、コストの増加を招くことなく三元触媒220の硫黄被毒を回復させることが可能である。また、気筒全体の空燃比が理論空燃比又は入力側目標空燃比 A/F_{intg} となるように各気筒のインバランス度 IMB が決定されるので、三元触媒220に流入する触媒流入ガスの空燃比の時間平均値は、殆ど理論空燃比又は入力側目標空燃比 A/F_{intg} に維持される。従って、排気エミッション及び燃費の悪化を抑制しつつ三元触媒220の硫黄被毒を効率的且つ効果的に回復させることが出来る。

[0150] 尚、第1実施形態では、空燃比のインバランスを生じさせる装置として吸気ポートインジェクタ212が使用されている。空燃比のインバランスが気筒内に吸入される空気量と燃料噴射量とに依存する点からすれば、燃料噴射装置は、この種の装置として妥当且つ適当であるが、空燃比のインバランス度 IMB を変化させ得る制御量は、燃料噴射量以外にも存在する。例えば、このような制御量としては、吸気弁の開閉時期やEGR装置のEGR率がある。

[0151] 例えば、吸気弁209の開閉時期を遅角側にシフトさせると、閉弁時期 IVC 付近において吸気の吹き返しにより吸入空気量が低下する。従って、燃料噴射量が一定であれば、空燃比は相対的にリッチ側にシフトする。エンジン200においては、吸気弁209の開閉時期が各気筒独立して制御可能であるから、開閉時期の制御により空燃比のインバランスを生じさせることが出来る。

[0152] また、エンジン200は、より好適には、各気筒の吸気弁209又は排気弁215の作用角又はバルブリフト量を独立して制御可能な機構を備えていてもよい。作用角又はバルブリフト量が気筒毎に独立して制御可能であれば

、気筒毎の吸入空気量について比較的大きな制御幅を獲得することが出来る。従って、空燃比のインバランスの制御幅を比較的大きく採ることが出来る。このような機構は、例えば、気筒毎に吸気弁又は排気弁を開閉駆動する電磁駆動装置等を備えるものであってもよい。

[0153] 或いは、各気筒独立して吸気絞り弁を有する構成としてもよい。この場合、バルブの開閉特性が各気筒について一律であっても、気筒毎に吸入空気量に変化を与えることが出来る。即ち、空燃比のインバランスを生じさせることが出来る。

[0154] EGR装置もまた、空燃比のインバランスを生じさせる装置として使用可能である。例えば、各気筒の吸気ポート208に独立したEGR管217を接続する構成とすれば、各EGR管に備わるEGR弁の開閉状態の制御により、気筒毎にEGR率を独立して制御することが出来る。その結果、筒内吸入ガスに対する新気の割合を変化させることができ、空燃比のインバランスを生じさせることが出来る。

[0155] 尚、本実施形態では、硫黄蓄積量 A_{sf} と触媒内水素生成量 A_{h2cat} とに基づいて本発明に係る「硫黄被毒回復を実施するか否か」に係る判定がなされるが、これは一例であり、ECU100は、硫黄蓄積量 A_{sf} のみに基づいて係る判定を行ってもよい。例えば、硫黄蓄積量 A_{sf} が所定値以上である場合にステップS105以降の処理を実行してもよい。

[0156] 或いは、ECU100は、触媒内水素生成量 A_{h2cat} のみに基づいて係る判定をおこなってもよい。例えば、所定期間における触媒内水素生成量 A_{h2cat} が基準値以下である場合に、硫黄被毒回復の必要性が大であるとして硫黄被毒回復のための処理を行うべき旨の判定を下してもよい。

[0157] <第2実施形態>

第1実施形態では、硫黄被毒回復制御において、気筒間で空燃比のインバランスを生じさせるのみであるが、三元触媒220の温度領域を制御することにより、きめ細かい制御が可能となる場合がある。第2実施形態では、このような硫黄被毒回復制御について説明する。

- [0158] ここで、図5を参照し、第2実施形態に係る硫黄被毒回復制御の詳細について説明する。ここに、図5は、硫黄被毒回復制御のフローチャートである。尚、同図において、図2と重複する箇所には同一の符号を付してその説明を適宜省略することとする。
- [0159] 図5において、各気筒201の空燃比インバランス度IMBを決定すると、即ち、各気筒201の目標空燃比を決定すると、ECU100は、点火装置213による点火時期の遅角量を算出する（ステップS201）。
- [0160] 点火時期を遅角すると、気筒内の燃焼反応が全体的に遅角側に推移することから、排気管219及び三元触媒220の昇温が促進される。ここで、触媒床温 T_{cat} は、既に述べたように三元触媒220での水素生成量（触媒内水素生成量 A_{H_2cat} ）に影響する。触媒床温 T_{cat} は、空燃比のリッチ化を伴う空燃比インバランス制御においても上昇するが、一の制御要素である空燃比インバランス度IMBで、水素生成量 G_{H_2} と触媒床温 T_{cat} の二つの状態量を独立に制御することは出来ない。そこで、触媒床温 T_{cat} を制御するための制御要素として点火時期の遅角量が利用されるのである。
- [0161] 点火時期の遅角量は、例えば、点火時期の遅角により硫黄被毒回復制御の実行期間を短縮化し得る場合に実行される。或いは、インバランス度IMBが大き過ぎることにより燃焼状態の悪化が他に影響を与え得るときに、係る影響を触媒床温 T_{cat} の上昇により緩和し得るように実行される。点火時期遅角量が算出されると、目標空燃比の切り替え制御（インバランス制御）に引き続いて、点火時期の遅角制御が実行される（ステップS202）。
- [0162] 第2実施形態によれば、点火時期の遅角により、気筒内の水素生成量 G_{H_2} と触媒床温 T_{cat} とを独立して制御することが可能となるため、三元触媒220の硫黄被毒を回復させるにあたって、気筒内の燃焼状態をより望ましいものとする事が出来る。
- [0163] 本発明は、上述した実施形態に限られるものではなく、請求の範囲及び明細書全体から読み取れる発明の要旨或いは思想に反しない範囲で適宜変更可

能であり、そのような変更を伴う内燃機関の制御装置もまた本発明の技術的範囲に含まれるものである。

産業上の利用可能性

[0164] 本発明は、内燃機関における触媒の硫黄被毒回復制御に適用可能である。

符号の説明

[0165] 10…エンジンシステム、100…ECU、200…エンジン、CB…シリンダブロック、201…気筒、212…吸気ポートインジェクタ、219…排気管、220…三元触媒、221…空燃比センサ、222…O₂センサ。

請求の範囲

- [請求項1] 複数の気筒と、
前記複数の気筒に繋がる排気経路に設置された排気浄化用の触媒とを備えた内燃機関を制御する、内燃機関の制御装置であって、
前記触媒の硫黄被毒回復を実施するか否かを判定する判定手段と、
前記硫黄被毒回復を実施すると判定された場合に、前記触媒に流入する排気の空燃比を制御する被毒回復制御手段と
を具備し、
前記被毒回復制御手段は、前記複数の気筒相互間における前記空燃比のインバランス度を制御することを特徴とする内燃機関の制御装置。
- [請求項2] 前記触媒における硫黄の蓄積量を推定する蓄積量推定手段を更に具備し、
前記判定手段は、前記推定された蓄積量に基づいて前記硫黄被毒回復を実施するか否かを判定することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の内燃機関の制御装置。
- [請求項3] 前記触媒における水素の生成量を推定する触媒内生成量推定手段を更に具備し、
前記判定手段は、前記推定された触媒における水素の生成量に基づいて前記硫黄被毒回復を実施するか否かを判定することを特徴とする請求の範囲第1項又は第2項に記載の内燃機関の制御装置。
- [請求項4] 前記触媒内生成量推定手段は、前記触媒における水素の生成量として、水性ガスシフト反応及び水蒸気改質反応による水素の生成量を推定することを特徴とする請求の範囲第3項に記載の内燃機関の制御装置。
- [請求項5] 前記触媒における硫黄の蓄積量を推定する蓄積量推定手段と、
前記触媒における水素の生成量を推定する触媒内生成量推定手段と

を具備し、

前記判定手段は、前記推定された触媒における硫黄の蓄積量と前記推定された触媒における水素の生成量とに基づいて前記硫黄被毒回復を実施するか否かを判定する

ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の内燃機関の制御装置。

[請求項6]

前記触媒における硫黄の蓄積量を推定する蓄積量推定手段と、

前記触媒における水素の生成量を推定する触媒内生成量推定手段と

、
前記推定された硫黄の蓄積量と、前記推定された触媒における水素の生成量とに基づいて、前記気筒における水素の要求量を推定する要求量推定手段と、

前記インバランス度の制御による前記気筒における水素の生成量を推定する筒内生成量推定手段と

を具備し、

前記被毒回復制御手段は、前記推定された要求量が得られるように前記推定された気筒における水素の生成量に基づいて前記インバランス度を制御する

ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の内燃機関の制御装置。

[請求項7]

前記触媒内生成量推定手段は、前記インバランス度の制御により変化する前記触媒の温度に基づいて、前記触媒における水素の生成量を推定する

ことを特徴とする請求の範囲第6項に記載の内燃機関の制御装置。

[請求項8]

前記内燃機関は、

前記触媒に流入する排気の空燃比相当値を検出する第1検出手段と

、
前記触媒から排出される排気の空燃比相当値を検出する第2検出手段と

を更に具備し、

前記内燃機関の制御装置は、

前記検出される触媒に流入する排気の空燃比相当値及び前記検出される触媒から排出される排気の空燃比相当値に基づいて、前記触媒の内部の空燃比を目標空燃比に収束させる空燃比制御手段を更に具備する

ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の内燃機関の制御装置。

[請求項9]

前記被毒回復制御手段は、燃料噴射装置、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方の開閉時期を変化させることが可能な可変動弁装置並びにEGR装置のうち少なくとも一つを制御する

ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の内燃機関の制御装置。

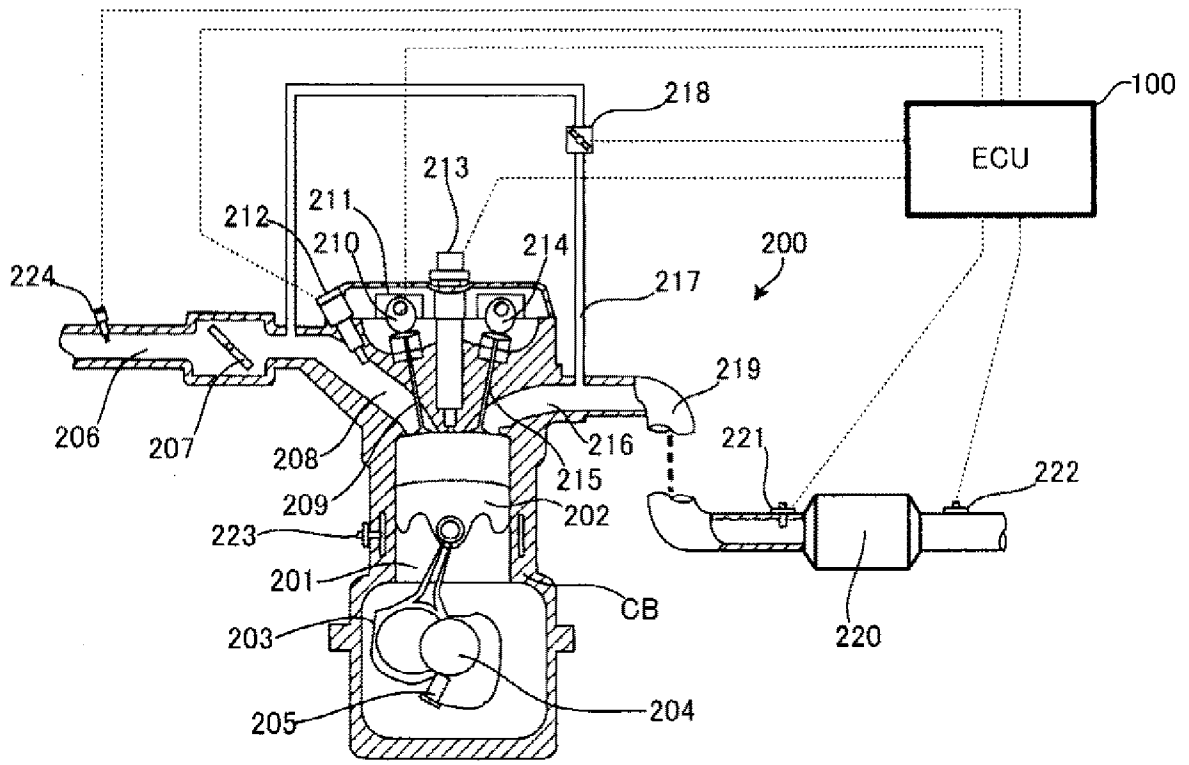
[請求項10]

前記内燃機関は、燃料としてガソリンを使用する内燃機関、燃料として軽油を使用する圧縮自着火式内燃機関、又は、成層燃焼により空燃比がリーン空燃比に維持される燃焼希薄燃焼内燃機関である

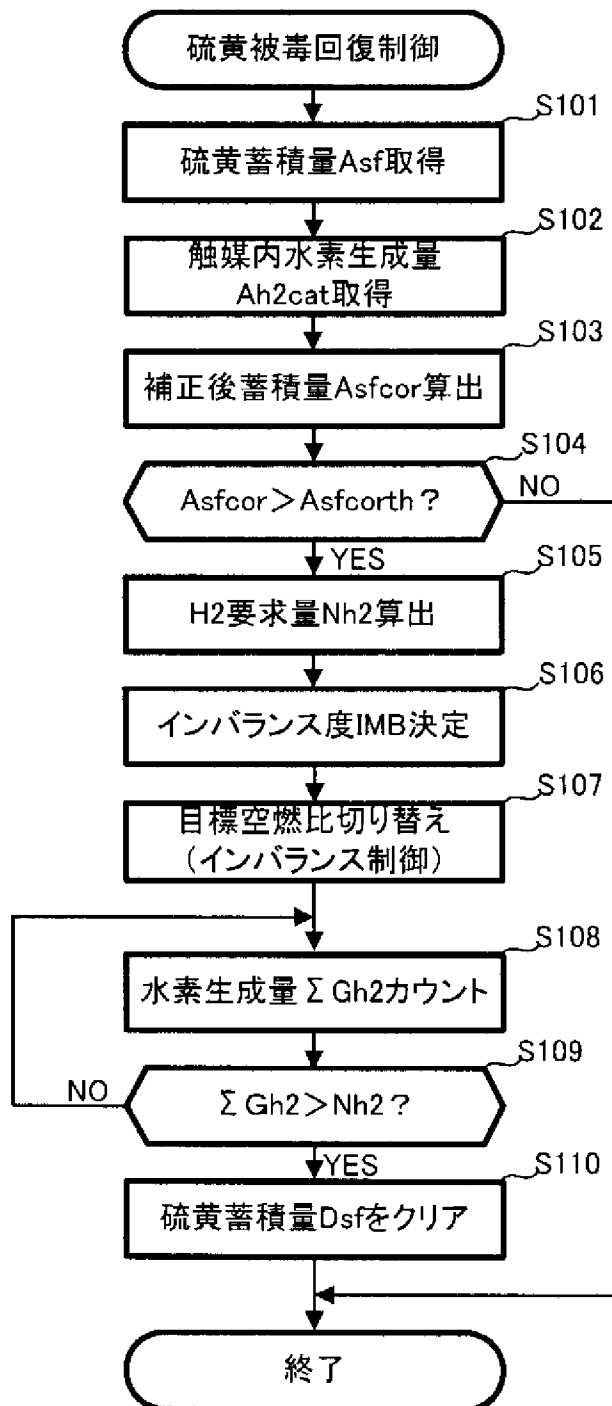
ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の内燃機関の制御装置。

[図1]

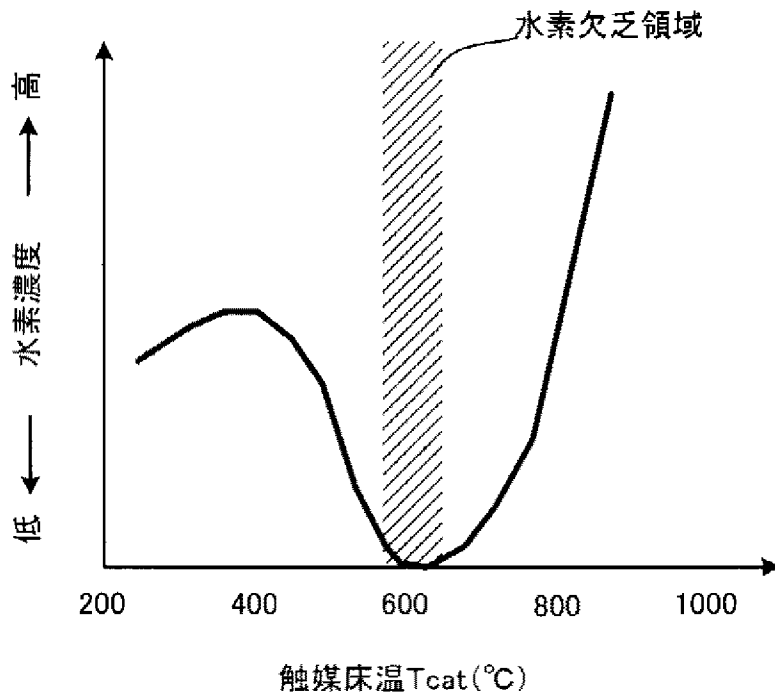
10



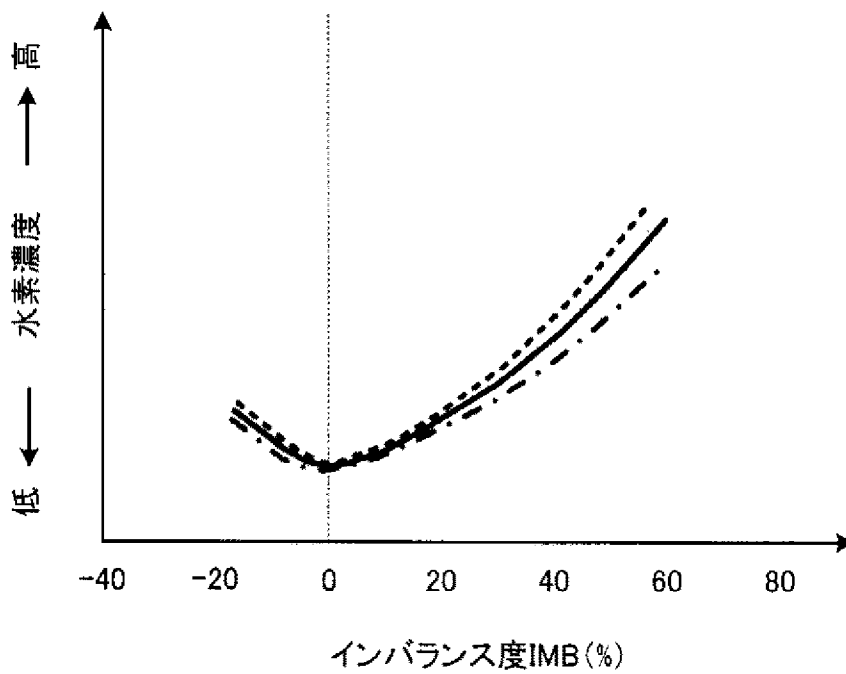
[図2]



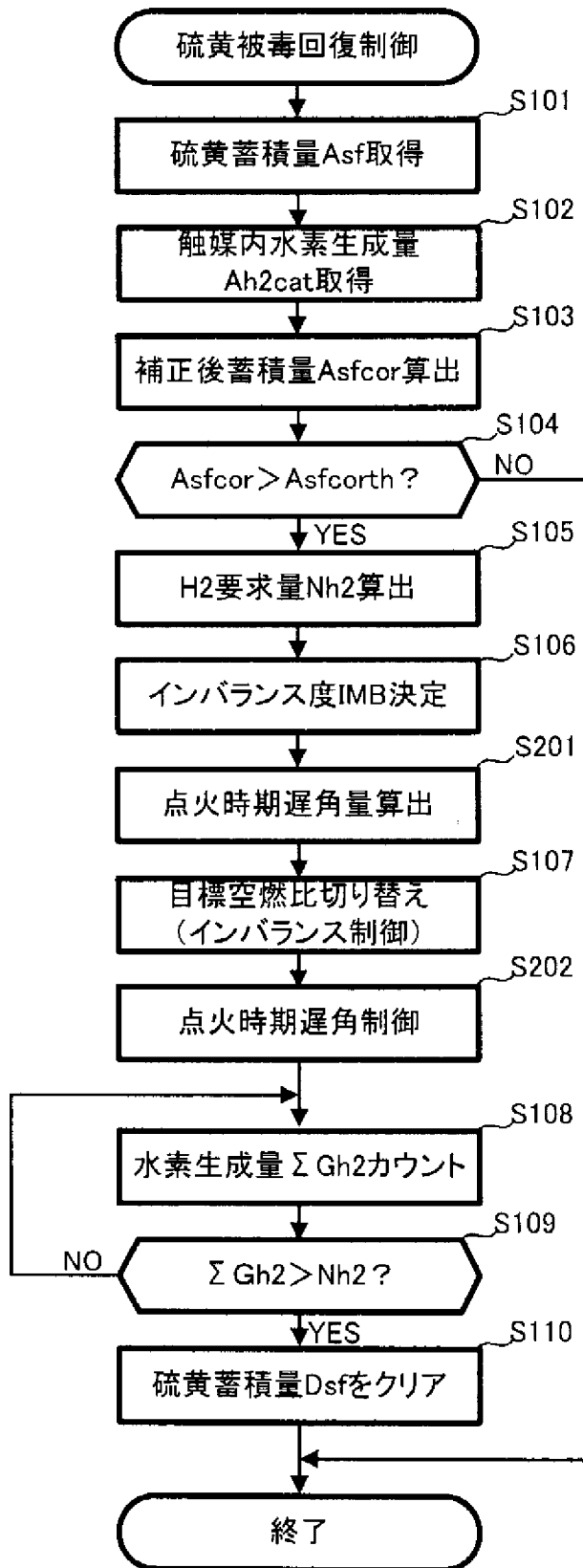
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/059724

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F01N3/20(2006.01) i, *F02D13/02*(2006.01) i, *F02D41/34*(2006.01) i, *F02D45/00*(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F01N3/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-242124 A (Toyota Motor Corp.), 14 September 2006 (14.09.2006), entire text; all drawings & US 2008/0028745 A1 & EP 1853798 A1 & WO 2006/093357 A1 & DE 602006019383 D & KR 10-2007-0064653 A & CN 101052791 A	1-10
Y	JP 2007-154840 A (Toyota Motor Corp.), 21 June 2007 (21.06.2007), paragraphs [0040] to [0043]; fig. 4 & US 2009/0037079 A1 & US 2009/0056686 A1 & WO 2007/066209 A1 & DE 112006003175 T & CN 101326356 A	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
20 June, 2012 (20.06.12)

Date of mailing of the international search report
03 July, 2012 (03.07.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/059724

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-174739 A (Toyota Motor Corp.), 12 August 2010 (12.08.2010), paragraph [0034] (Family: none)	3-7
Y	JP 2009-22821 A (Honda Motor Co., Ltd.), 05 February 2009 (05.02.2009), paragraph [0085]; fig. 2 & US 2010/0204036 A1 & EP 2177269 A1 & WO 2009/011237 A1	7
Y	JP 2005-207404 A (Denso Corp.), 04 August 2005 (04.08.2005), claims 1 to 2; paragraph [0009] & US 2006/0021325 A1 & US 2006/0137325 A1	8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F01N3/20(2006.01)i, F02D13/02(2006.01)i, F02D41/34(2006.01)i, F02D45/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F01N3/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2006-242124 A (トヨタ自動車株式会社) 2006.09.14, 全文、全図 & US 2008/0028745 A1 & EP 1853798 A1 & WO 2006/093357 A1 & DE 602006019383 D & KR 10-2007-0064653 A & CN 101052791 A	1-10
Y	JP 2007-154840 A (トヨタ自動車株式会社) 2007.06.21, 段落0040-0043、第4図 & US 2009/0037079 A1 & US 2009/0056686 A1 & WO 2007/066209 A1 & DE 112006003175 T & CN 101326356 A	1-10

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20.06.2012

国際調査報告の発送日

03.07.2012

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山田 由希子

3G

3023

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2010-174739 A (トヨタ自動車株式会社) 2010. 08. 12, 段落 0034 (ファミリーなし)	3-7
Y	JP 2009-22821 A (本田技研工業株式会社) 2009. 02. 05, 段落 0085、第 2 図 & US 2010/0204036 A1 & EP 2177269 A1 & WO 2009/011237 A1	7
Y	JP 2005-207404 A (株式会社デンソー) 2005. 08. 04, 請求項 1-2、段落 0009 & US 2006/0021325 A1 & US 2006/0137325 A1	8