

明 細 書

発明の名称：燃料改質装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2015年1月13日に出願された日本特許出願番号2015-4426号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、燃料と水とを改質触媒上で水蒸気改質反応させる燃料改質装置に関する。

背景技術

[0003] 燃料改質装置を備えた車両が提案されており（例えば下記特許文献1）、その実用化に向けて鋭意開発が進められている。燃料改質装置は、車両の内燃機関から排出された排ガスに含まれる水と、エタノール等の燃料とを改質触媒上で反応（水蒸気改質反応）させ、当該反応によって得られた水素を内燃機関に供給するものである。

[0004] このような燃料改質装置は、排ガスの熱エネルギーを吸熱反応である水蒸気改質反応によって回収し、回収した熱エネルギーを水素・一酸化炭素等の化学エネルギーに変換してその再利用を図るもの、ということができる。燃料のエネルギーが高い効率で利用されるため、車両の燃料消費量を抑制することが可能となる。

[0005] 改質触媒は、時間の経過とともに劣化し、水蒸気改質反応により生成される水素の量が次第に減少して行くことが知られている。このような改質触媒の劣化は、触媒表面における炭素析出や、触媒の硫黄被毒等によって生じる。劣化した改質触媒を再生し、生成される水素の量を元に戻すには、改質触媒に酸素を供給し、炭素や硫黄などを除去する処理（再生処理）の実行が必要となる。

[0006] 下記特許文献1に記載された燃料改質装置では、改質触媒の下流側にセンサが配置されている。改質触媒を通過した後（水蒸気改質反応が生じた後）

における気体の成分を当該センサにより検知することで、改質触媒の劣化度合い、及び再生処理の必要性を判定することとしている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2009-144612号公報

[0008] しかしながら、改質触媒の劣化や再生処理の必要性を判定するために、気体の成分を検知するためのセンサ（ H_2 センサ、 O_2 センサ等）を追加配置することは、燃料改質装置のコストが高くなってしまいうために望ましくない。

発明の概要

[0009] 本開示はこのような課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、気体の成分を検知するためのセンサを設けることなく、改質触媒の劣化及び再生処理の必要性を判定することのできる燃料改質装置を提供することになる。

[0010] 上記目的を達成するために、本開示の1つの態様に係る燃料改質装置は、燃料と水とを改質触媒上で水蒸気改質反応させる燃料改質装置であって、燃料を噴射して改質触媒に供給する燃料噴射部と、改質触媒の温度を測定する温度測定部と、改質触媒の再生処理が必要かどうかを判定する判定部と、を備え、判定部による判定は、水蒸気改質反応が生じている際における改質触媒の温度変化に基づいて行われることを特徴とする。

[0011] 水蒸気改質反応は吸熱反応であるから、反応に伴って改質触媒の温度は低下する。その際における温度低下量は、生成される水素の量が多いほど大きくなる。換言すれば、改質触媒の劣化度合いが小さいほど温度低下量は大きくなり、改質触媒の劣化度合いが大きいほど温度低下量は小さくなる。

[0012] 本開示はこの点に着眼してなされたものであって、上記構成の燃料改質装置では、水蒸気改質反応が生じている際における改質触媒の温度変化に基づいて、改質触媒の再生処理が必要かどうかの判定が行われる。つまり、気体の成分を検知するためのセンサを設けることなく、改質触媒の温度変化のみに基づいて、改質触媒の劣化及び再生処理の必要性を判定することが可能となっている。

[0013] 本態様によれば、気体の成分を検知するためのセンサを設けることなく、改質触媒の劣化及び再生処理の必要性を判定することのできる燃料改質装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0014] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。その図面は、
[図1]実施形態に係る燃料改質装置の構成を模式的に示す図である。
[図2]図1に示された燃料改質装置の制御部により実行される処理の流れを示すフローチャートである。
[図3]実施形態に係る改質触媒の温度変化を示すグラフである。
[図4]図1に示された燃料改質装置の変形例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、添付図面を参照しながら実施形態について説明する。説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては可能な限り同一の符号を付して、重複する説明は省略する。

[0016] 図1を参照しながら、一実施形態に係る燃料改質装置100について説明する。燃料改質装置100は、内燃機関10を備えた車両GCの一部に取り付けられており、内燃機関10から排出された排ガスの熱を回収し再利用するための装置となっている。

[0017] 車両GCの構成について先に説明する。車両GCは、内燃機関10と、吸気配管20と、排気配管30と、EGR配管40とを備えている。

[0018] 内燃機関10は、複数の気筒を備えた4サイクルレシプロエンジンであって、液体燃料を気筒内で燃焼させることにより駆動力を生じさせるものである。尚、それぞれの気筒の構成は略同一であるから、図1においては単一の気筒のみが「内燃機関10」として図示されている。

[0019] 内燃機関10の各気筒には、冷却水温センサ11と、ノックセンサ12と、クランク角センサ13等の各種センサが取り付けられている。冷却水温センサ11は、ラジエータ（不図示）と内燃機関10との間で循環する冷却水

の温度を測定するための温度センサである。ノックセンサ１２は、内燃機関１０の気筒内部で生じるノッキング（異常燃焼）を検出するためのセンサである。クランク角センサ１３は、気筒が備えるクランクシャフトの回転各を測定するためのセンサである。これらセンサによって得られた各測定値は、車両ＧＣの全体の制御を司るＥＣＵ（不図示）に入力される。

[0020] 吸気配管２０は、内燃機関１０に空気を供給するための配管である。吸気配管２０には、上流側（図１では左側）から順に、エアクリーナ２１と、エアフローメータ２２と、スロットルバルブ２３と、サージタンク２５と、第１インジェクタ２７とが設けられている。吸気配管２０の下流側端部（図１では右側）には内燃機関１０が接続されている。

[0021] エアクリーナ２１は、車両ＧＣの外部から導入される空気から異物を除去するためのフィルタである。エアフローメータ２２は、吸気配管２０を通り内燃機関１０に供給される空気の流量を測定するための流量計である。エアフローメータ２２によって測定された流量は、車両ＧＣのＥＣＵに入力される。

[0022] スロットルバルブ２３は、吸気配管２０を通る空気の流量を調整するための流量調整弁である。車両ＧＣに備えられたアクセルペダル（不図示）の操作量に応じて、スロットルバルブ２３の開度が調整され、これにより空気の流量が調整される。スロットルバルブ２３には開度センサ２４が備えられている。スロットルバルブ２３の開度は開度センサ２４によって測定され、車両ＧＣのＥＣＵに入力される。

[0023] サージタンク２５は、吸気配管２０の途中に形成された箱状の容器である。吸気配管２０は、サージタンク２５の下流側において複数に分岐しており、分岐したそれぞれの流路が各気筒へと接続されている。サージタンク２５の内部空間は、吸気配管２０のうち他の部分における内部空間よりも広くなっている。サージタンク２５により、一の気筒による圧力変動が他の気筒に影響してしまうことが防止されている。サージタンク２５には圧力センサ２６が備えられている。吸気配管２０内の圧力は圧力センサ２６によって測定

され、車両GCのECUに入力される。

[0024] 第1インジェクタ27は、吸気配管20の内部に燃料を噴射するための電磁弁である。第1インジェクタ27には、不図示のフューエルポンプによって加圧された燃料が供給されている。第1インジェクタ27が開状態になると、その先端から噴射された燃料が空気と混合されながら内燃機関10の気筒内に供給される。車両GCのECUは、第1インジェクタ27の開閉動作を制御することにより、内燃機関10への燃料の供給量を調整する。

[0025] 排気配管30は、内燃機関10の気筒で生じた排ガスを外部に排出するための配管である。排気配管30の上流側端部（図1では左側）は内燃機関10に接続されている。排気配管30の途中（内燃機関10よりも下流側）には、排ガスを浄化するための触媒コンバータ31が設けられている。

[0026] 排気配管30のうち触媒コンバータ31よりも上流側の部分には空燃比センサ32が備えられており、触媒コンバータ31よりも下流側の部分には酸素センサ33が備えられている。これらは、いずれも排気配管30を通る排ガスの酸素濃度を監視するためのセンサであって、その測定結果は車両GCのECUに入力される。ECUは、内燃機関10における燃焼が理論空燃比で行われるよう、空燃比センサ32等の測定結果に基づいて第1インジェクタ27からの燃料の噴射量等を制御する。

[0027] EGR配管40は、排気配管30を通る排ガスの一部を吸気配管20に戻し、再び内燃機関10に供給する（所謂「排気再循環」を行う）ための配管である。EGR配管40の上流側端部は、排気配管30のうち内燃機関10と触媒コンバータ31との間となる位置に接続されている。EGR配管40の下流側端部は、吸気配管20のうちスロットルバルブ23とサージタンク25との間となる位置に接続されている。

[0028] EGR配管40には、上流側から順に、EGRクーラ42と、EGRバルブ43とが設けられている。また、EGR配管40のうちEGRバルブ43よりも上流側の部分には、燃料改質装置100の一部である改質ユニット部110が設けられている。改質ユニット部110については後述する。

- [0029] EGRクーラ42は、高温の排ガスを冷却し、予めその温度を下げてから吸気配管20に供給するための冷却器である。EGRバルブ43は、EGR配管40を通る排ガスの流量を調整するための流量調整弁である。車両GCのECUは、EGRバルブ43の開度を調整することにより、排気配管30を通る排ガスのうちEGR配管40に流入する排ガスが占める割合、すなわちEGR率を調整する。
- [0030] 尚、車両GCの具体的な構成は上記のようなものに限定されず、本開示に係る燃料改質装置は様々な構成の車両に搭載することができる。例えば、排気配管30に対するEGR配管40の接続位置は、触媒コンバータ31よりも下流側であってもよい。また、車両GCが過給装置を備えていてもよい。
- [0031] 燃料改質装置100の構成について説明する。燃料改質装置100は、改質ユニット部110と、制御部120とを備えている。改質ユニット部110は、EGR配管40のうちEGRクーラ42よりも上流側（排気配管30側）の部分に設けられている。改質ユニット部110は、EGR配管40に通じる空間が内部に形成されており、当該空間に改質触媒111が充填された構成となっている。
- [0032] 改質触媒111は、アルミナによって形成された所謂「モノリス型」の触媒である。改質触媒111には、EGR配管40の流路方向に沿って複数の格子状の流路が形成されており、それぞれの流路の内壁面に触媒物質が担持されている。
- [0033] 改質ユニット部110には、改質触媒111の温度を計測するための温度センサ113が備えられている。改質触媒111の温度は温度センサ113によって測定され、制御部120に入力される。
- [0034] 改質ユニット部110のうち改質触媒111よりも上流側の部分には、第2インジェクタ112が設けられている。第2インジェクタ112は、内燃機関10に設けられた第1インジェクタ27と同様に構成された電磁弁であって、改質触媒111よりも上流側の空間に向けて燃料（エタノール）を噴射することが可能となっている。第2インジェクタ112の開閉動作、すな

わち燃料の噴射は、後述の制御部 120 によって制御される。

[0035] 第2インジェクタ 112からの燃料の噴射は、車両GCのECUによってEGR制御が行われているとき、すなわち、EGRバルブ43が開状態となってEGR配管40を排ガスが通っているときに行われる。第2インジェクタ 112から燃料が噴射されると、改質ユニット部 110の内部では、排ガスに含まれる水と燃料とが混合された状態で改質触媒 111に供給される。

[0036] 改質触媒 111は、通過する排ガスによって加熱され高温となっている。高温となった改質触媒 111に水と燃料（炭化水素）が触れると、これらの間で水蒸気改質反応が生じ、水素・一酸化炭素等が生成される。

[0037] 排ガスは、改質ユニット部 110を通過することによって水素含有ガスとなり、吸気配管 20に供給される。その後、水素含有ガス（排ガス）は内燃機関 10の気筒に供給され、再び燃焼に供される。

[0038] 改質ユニット部 110内で生じる水蒸気改質反応は、よく知られているように吸熱反応であるから、排ガスは冷却されその温度を下げながら水素含有ガスとなっていく。つまり、改質ユニット部 110内では、排ガスの熱エネルギーが水蒸気改質反応によって回収され、水素・一酸化炭素等の化学エネルギーに変換されている。燃料改質装置 100は、排ガスの熱エネルギーを回収して化学エネルギーに変換した後、当該化学エネルギーを再び内燃機関 10で利用することで、燃料のエネルギー利用効率を高めるものである。このような燃料改質装置 100により、車両GCの燃費を向上させることができる。

[0039] 制御部 120は、CPU、ROM、RAM、及び入出力インターフェースを備えたコンピュータシステムである。制御部 120は、機能的な制御ブロックとして、温度取得部 121と、判定部 122と、噴射制御部 123とを備えている。

[0040] 温度取得部 121は、温度センサ 113からの信号が入力される部分である。温度取得部 121は、温度センサ 113から入力された信号に基づいて、改質触媒 111の温度を取得する。

[0041] 判定部 1 2 2 は、改質触媒 1 1 1 の再生処理が必要かどうかを判定する部分である。改質触媒 1 1 1 は、時間の経過とともにその表面に炭素析出が生じたり、硫黄被毒が生じたりすることにより、徐々に劣化していく。その結果、水蒸気改質反応により生成される水素の量が次第に減少して行ってしまう。当該劣化の度合いが大きいこと、すなわち、再生処理の実行により改質触媒の性能を回復させる必要があることが判定部 1 2 2 により判定された場合には、再生処理が実行される。具体的な判定方法については後に説明する。

[0042] 噴射制御部 1 2 3 は、第 2 インジェクタ 1 1 2 に駆動電流を供給することで、第 2 インジェクタ 1 1 2 の開閉動作を制御する部分である。噴射制御部 1 2 3 は、第 2 インジェクタ 1 1 2 における噴射量が所定量となるように、第 2 インジェクタ 1 1 2 の開閉動作を制御する。

[0043] 尚、制御部 1 2 0 には、上記のように温度センサ 1 1 3 からの信号が入力されるほか、車両 G C の E C U （不図示）との通信により各種情報が入力される。例えば、E G R バルブ 4 3 の開度や、車両 G C の運転条件（内燃機関 1 0 の回転数や負荷の大きさ等）等の情報が、車両 G C の E C U から制御部 1 2 0 に入力される。また、制御部 1 2 0 は、車両 G C の E C U との通信を行うことにより、内燃機関 1 0 における運転状態（例えば空燃比）を変更することも可能となっている。

[0044] 制御部 1 2 0 によって行われる具体的な処理の内容について、図 2 のフローチャートを参照しながら説明する。図 2 に示される一連の処理は、所定の周期毎に繰り返し実行されている。

[0045] 最初のステップ S 0 1 では、車両 G C において E G R 制御が実施されているか否かが判定される。E G R 制御が実施されている場合、すなわち、E G R バルブ 4 3 が開状態となって E G R 配管 4 0 を通っている場合には、ステップ S 0 2 に移行する。E G R 制御が実施されていない場合、すなわち、E G R バルブ 4 3 が閉状態となっている場合には、図 2 に示される一連の処理を終了する。

- [0046] ステップS 0 2では、温度センサ1 1 3によって測定された改質触媒1 1 1の温度が、予め設定された下限温度よりも高いか否かが判定される。下限温度とは、燃料改質装置1 0 0の運転中において、改質触媒1 1 1における水蒸気改質を十分に生じさせるために最低限確保すべき温度として、予め設定されたものである。本実施形態では、下限温度として触媒活性温度に等しい値（例えば5 0 0℃）が設定されている。
- [0047] 改質触媒1 1 1の温度が下限温度よりも高ければ、ステップS 0 3に移行する。改質触媒1 1 1の温度が下限温度以下であれば、燃料の噴射に伴って改質触媒1 1 1の温度は下限温度を下回ってしまうということであるから、図2に示される一連の処理を終了する。
- [0048] ステップS 0 3では、改質処理が行われているか否か、すなわち、第2インジェクタ1 1 2からの燃料の噴射が開始されているか否かが判定される。改質処理が未だ行われていない場合には、ステップS 0 4に移行する。改質処理が既に開始されている場合には、ステップS 0 9に移行する。
- [0049] ステップS 0 4では、第2インジェクタ1 1 2からの燃料の噴射が開始される。これにより、改質ユニット部1 1 0では水蒸気改質反応が生じ始める。既に述べたように、当該反応は吸熱反応であるから、改質触媒1 1 1の温度は低下する。
- [0050] 第2インジェクタ1 1 2からの燃料の噴射が開始された後の、改質触媒1 1 1の温度変化について、図3を参照しながら説明する。図3には、改質触媒1 1 1の温度変化の一例が示されている。同図に示されるように、時刻 t_0 において第2インジェクタ1 1 2からの燃料の噴射が開始されると、改質触媒1 1 1の温度はそれまでの温度 T_H から低下し始めて、時刻 t_1 において最も低くなる（このときの温度を、以下では「最低温度 T_L 」と表記する）。
- [0051] ここで、温度低下量 ΔT_1 （初期の温度 T_H から最低温度 T_L を差し引いた値）は、改質触媒1 1 1の劣化が全く生じていない場合において最も大きくなる。また、改質触媒1 1 1の劣化の度合いが大きいほど、上記の温度低下量

ΔT_1 は小さくなる。以下の説明においては、改質触媒 111 の劣化が全く生じていない場合における温度低下量 ΔT_1 のことを、「理想温度低下量」とも称する。

[0052] 改質触媒 111 の温度が最低温度 T_L まで低下した後、改質触媒 111 の温度は緩やかに上昇して行く。図 3 に示される例では、時刻 t_{10} よりも後の時刻 t_{20} において、改質触媒 111 の温度が最低温度 T_L から温度 T_M まで上昇している。このような温度上昇は、時刻 t_0 以降において改質触媒 111 が次第に劣化して行き、これに伴い水蒸気改質反応が次第に抑制されていくことにより生じるものである。

[0053] 図 2 に戻って説明を続ける。ステップ S04 に続くステップ S05 では、温度センサ 113 によって測定された改質触媒 111 の温度が、（一旦低下した後）上昇し始めたか否かが判定される。改質触媒 111 の温度が上昇し始めていない場合、すなわち、図 3 における時刻 t_{10} よりも前である場合には、ステップ S05 の判定が繰り返し行われる。改質触媒 111 の温度が上昇し始めたことが検知されると、ステップ S06 に移行する。

[0054] ステップ S06 では、測定された最低温度 T_L が、制御部 120 が備える記憶装置（不図示）に記憶される。

[0055] ステップ S06 に続くステップ S07 では、改質触媒 111 に対する再生処理の実行の必要性が判定される。具体的には、測定された温度低下量 ΔT_1 を、理想温度低下量で除することにより得られた値（以下、「温度低下率」とも称する）が、所定の閾値 T_{H1} よりも大きいかが判定される。当該判定は、制御部 120 の判定部 122 において行われる。

[0056] 温度低下率が閾値 T_{H1} よりも大きい場合には、測定された温度低下量 ΔT_1 が比較的大きく、改質触媒 111 における劣化の度合いが比較的小さいということである。このため、判定部 122 では、改質触媒 111 に対する再生処理の実行は必要ないとの判定がなされる。その後、制御部 120 は図 2 に示される一連の処理を終了する。

[0057] ステップ S07 において、温度低下率（温度低下量 ΔT_1 / 理想温度低下

量)が閾値 T_{H1} 以下である場合には、測定された温度低下量 ΔT_1 が比較的小さく、改質触媒111における劣化の度合いが比較的大きいということである。このため、判定部122では、改質触媒111に対する再生処理の実行が必要であるとの判定がなされる。この場合、ステップS08に移行する。

[0058] ステップS08では、改質触媒111の再生処理が実行される。本実施形態における再生処理は、(車両GCのECUへの通信により)内燃機関10における空燃比を一時的にリーンな状態とする処理となっている。改質触媒111には、通常時よりも多量の酸素が到達するようになるため、改質触媒111を覆う炭素や硫黄等が酸素との反応により除供される。これにより、改質触媒111の改質性能が回復し、水蒸気改質反応が多く生じるようになる。再生処理は、内燃機関10の気筒に対する燃料供給の一時的な停止(燃料カット)等によって行われてもよい。ステップS08の処理が行われた後は、図2に示される一連の処理を終了する。

[0059] このように、本実施形態では、改質触媒111の再生処理が必要かどうかの判定が、水蒸気改質反応が生じている際における改質触媒111の温度変化に基づいて行われる。具体的には、改質触媒111が劣化していない場合における温度低下量として予め定められた理想低下量と、実際に測定された温度低下量 ΔT_1 と、の比率(上記の温度低下率)に基づいて判定が行われる。

[0060] このため、改質触媒111の下流側において気体の成分を検知するためのセンサを別途設ける必要が無く、これにより燃料改質装置100のコストが抑制されている。

[0061] 尚、再生処理の必要性(改質触媒111の劣化度合い)を判定するための具体的な方法としては、上記のように温度低下率と閾値 T_{H1} とを比較する方法の他、他の方法が用いられてもよい。

[0062] 例えば、ステップS07において、予め定められた理想低下量と、実際に測定された温度低下量 ΔT_1 と、の差が、所定の閾値よりも大きいか否かに

基づいて、再生処理を実行するかどうかの判定が行われてもよい。この場合、算出された差が閾値よりも大きいときには、改質触媒 111 の劣化度合いが比較的大きいと推定されるため、ステップ S08 に移行して再生処理が実行されることとなる。

[0063] 更に別の例として、ステップ S07 において、測定された温度低下量 ΔT_1 自体が、所定の閾値よりも大きいかに基づいて、再生処理を実行するかどうかの判定が行われてもよい。この場合、測定された温度低下量 ΔT_1 が閾値よりも小さいときには、改質触媒 111 の劣化度合いが比較的大きいと推定されるため、ステップ S08 に移行して再生処理が実行されることとなる。

[0064] ステップ S03 において、既に改質処理が行われている場合、つまり、ステップ S04 以降の処理が行われた後であり、第 2 インジェクタ 112 からの燃料の噴射が既に開始されている場合には、ステップ S09 に移行する。ステップ S09 への移行は、改質触媒 111 の温度が最低温度 T_L まで低下した時刻 t_{10} よりも後に行われることになる。ステップ S09 では、引き続き第 2 インジェクタ 112 からの燃料の噴射が継続される。

[0065] ステップ S09 に続くステップ S10 では、改質触媒 111 に対する再生処理の実行の必要性が再び判定される。ステップ S10 では、測定された温度低下量 ΔT_1 により、温度上昇量 ΔT_2 を除することによって得られた値（以下、「温度上昇率」とも称する）が、所定の閾値 TH_2 よりも小さいか否かが判定される。当該判定は、ステップ S07 における判定と同様に、制御部 120 の判定部 122 において行われる。

[0066] ステップ S10 の判定に用いられる「温度上昇量 ΔT_2 」とは、現時点において測定された改質触媒 111 の温度（上昇中の温度）から、ステップ S06 において記憶されていた最低温度 T_L を差し引くことによって得られる値のことである。つまり、時刻 t_{10} 以降における改質触媒 111 の温度の上昇分に該当する値のことである。当該温度上昇は、既に述べたように改質触媒 111 の劣化に伴うものであるから、時間が経過して劣化の度合いが大き

くなるほど、測定される温度上昇量 ΔT_2 の値は大きくなる。

[0067] ステップS10において、温度上昇率（温度上昇量 ΔT_2 ／温度低下量 ΔT_1 ）が閾値 TH_2 よりも小さい場合には、測定された温度上昇量 ΔT_2 が比較的小さく、改質触媒111における劣化の度合いが比較的小さいということである。このため、判定部122では、改質触媒111に対する再生処理の実行は未だ必要ないとの判定がなされる。その後、制御部120は図2に示される一連の処理を終了する。

[0068] ステップS10において、温度上昇率が閾値 TH_2 よりも以上である場合には、測定された温度上昇量 ΔT_2 が比較的大きく、改質触媒111における劣化の度合いが比較的大きいということである。このため、判定部122では、改質触媒111に対する再生処理の実行が必要であるとの判定がなされる。この場合、ステップS08に移行する。既に述べたように、ステップS08では改質触媒111の再生処理が実行される。

[0069] このように、本実施形態では、改質処理の実行に伴い改質触媒111の温度が上昇し始めた時刻 t_{10} 以降においても、改質触媒111の再生処理が必要かどうかの判定が行われる。具体的には、改質触媒111の温度が最も低くなるまでの温度低下量 ΔT_1 と、改質触媒111の温度が最も低くなった後の温度上昇量 ΔT_2 と、の比率（上記の温度上昇率）に基づいて判定が行われる。

[0070] 温度低下率に基づく判定（ステップS07）に加えて、温度上昇率に基づく判定（ステップS10）が再度行われるため、再生処理の必要性の判定がより確実に行われる。これらの判定は、両方ではなく一方のみが実行されることとしてもよい。

[0071] 尚、温度上昇率に基づいて再生処理の必要性（改質触媒111の劣化度合い）を判定するための具体的な方法としては、上記のように温度上昇率と閾値 TH_2 とを比較する方法の他、他の方法が用いられてもよい。

[0072] 例えば、ステップS10において、温度低下量 ΔT_1 と温度上昇量 ΔT_2 との差が、所定の閾値よりも大きいか否かに基づいて、再生処理を実行する

かどうかの判定が行われてもよい。この場合、算出された差が閾値よりも小さいときには、改質触媒 111 の劣化度合いが比較的大きいと推定されるため、ステップ S08 に移行して再生処理が実行されることとなる。

[0073] 制御部 120 は、本実施形態のように車両 GC の ECU とは別の装置として設けられてもよいのであるが、車両 GC の ECU と一体に設けられてもよい。つまり、車両 GC の ECU が制御部 120 の機能を兼用するような構成であってもよい。

[0074] 図 4 を参照しながら、本実施形態の変形例について説明する。図 4 に示された車両 GC a の構成は、改質ユニット部 110 の位置及び構造についてのみ、車両 GC の構成と異なっている。

[0075] この変形例では、改質ユニット部 110 は、排気配管 30 のうち触媒コンバータ 31 よりも下流側の部分に設けられている。また、改質ユニット部 110 内の改質触媒 111 は、EGR 配管 40 を通る排ガスによって加熱されることに加えて、排気配管 30 を通る排ガスによっても加熱されるように構成されている。すなわち、改質ユニット部 110 は、EGR 配管 40 と排気配管 30 との両方が接続された熱交換器の一部として構成されている。

[0076] このような構成であれば、排気配管 30 を通る排ガスによっても改質触媒 111 の温度が高温に保たれるので、改質触媒 111 における水蒸気改質反応をより安定的に生じさせることができる。

[0077] ただし、このような構成においては、改質ユニット部 110 が大型化し、車両 GC 内の限られたスペースの多くを改質ユニット部 110 が占めてしまうことになる。更に、排気配管 30 を通る排ガスからの加熱によっても改質触媒 111 の温度が変動してしまうため、温度センサ 113 の測定値に基づいて判定部 122 により行われる判定（再生処理を実行するかどうかの判定）の精度が低下してしまうことが考えられる。

[0078] これに対し、図 1 に示された構成の燃料改質装置 100 では、EGR 配管 40（改質触媒 111 が配置された流路）を通る排ガスのみによって改質触媒 111 が加熱される構成となっている。このため、改質ユニット部 110

の小型化が可能となっていることに加えて、再生処理を実行するかどうかの判定をより精度よく行うことが可能となっている。

[0079] 以上、具体例を参照しつつ実施の形態について説明した。しかし、本開示はこれらの具体例に限定されるものではない。すなわち、これら具体例に、当業者が適宜設計変更を加えたものも、本開示の特徴を備えている限り、本開示の範囲に包含される。例えば、前述した各具体例が備える各要素およびその配置、材料、条件、形状、サイズなどは、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。また、前述した各実施の形態が備える各要素は、技術的に可能な限りにおいて組み合わせることができ、これらを組み合わせたものも本開示の特徴を含む限り本開示の範囲に包含される。

[0080] 本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

請求の範囲

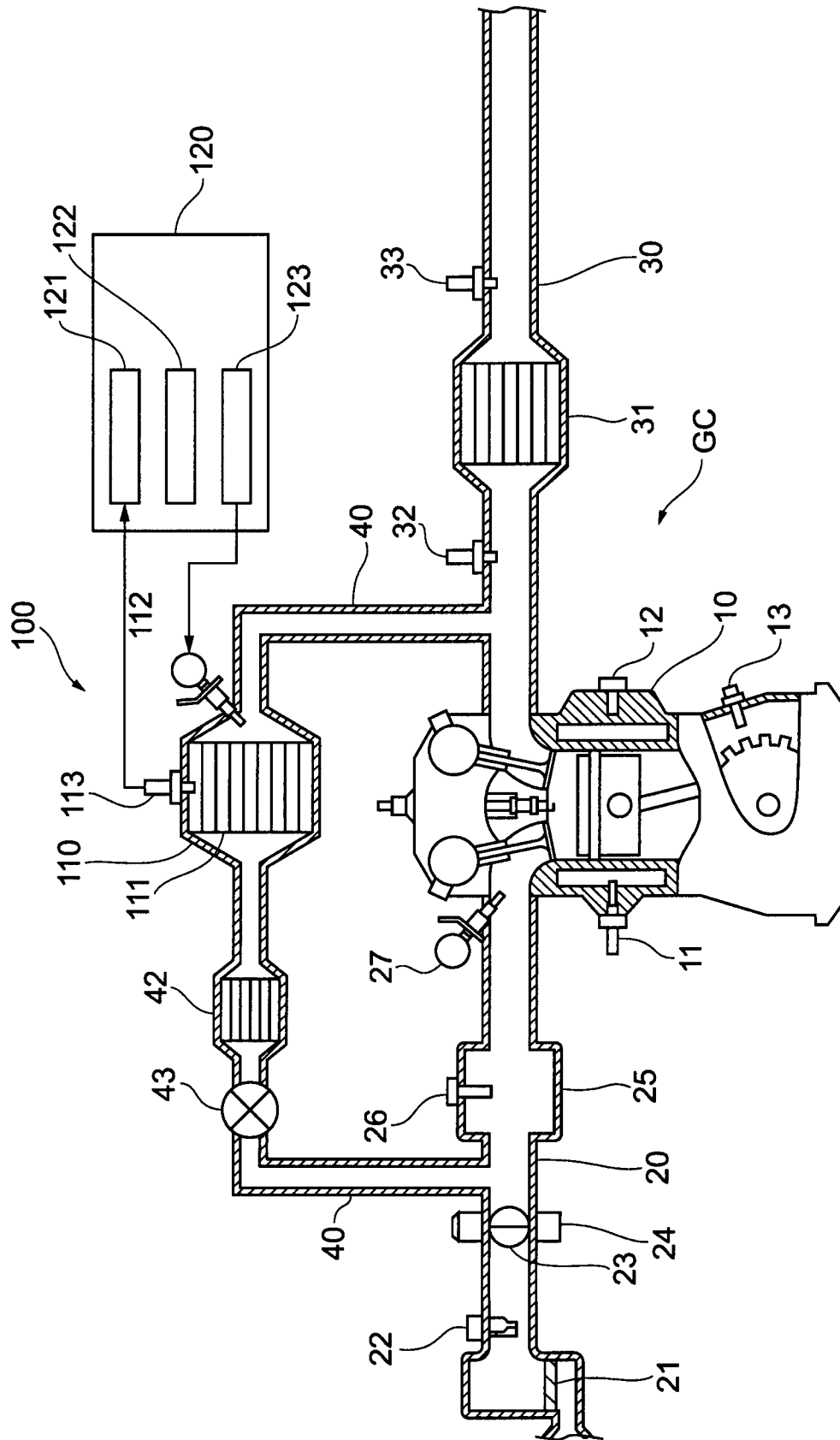
- [請求項1] 燃料と水とを改質触媒（１１１）上で水蒸気改質反応させる燃料改質装置（１００）であって、
- 前記燃料を噴射して前記改質触媒（１１１）に供給する燃料噴射部（１１２）と、
- 前記改質触媒（１１１）の温度を測定する温度測定部（１１３，１２１）と、
- 前記改質触媒（１１１）の再生処理が必要かどうかを判定する判定部（１２２）と、を備え、
- 前記判定部（１２２）による判定は、前記水蒸気改質反応が生じている際における前記改質触媒（１１１）の温度変化に基づいて行われることを特徴とする燃料改質装置。
- [請求項2] 前記判定部（１２２）による判定は、前記改質触媒（１１１）に前記燃料が噴射され始めた際における温度低下量に基づいて行われることを特徴とする、請求項１に記載の燃料改質装置。
- [請求項3] 前記判定部（１２２）による判定は、前記改質触媒（１１１）が劣化していない場合における前記温度低下量として予め定められた理想低下量と、実際に測定された前記温度低下量と、の差又は比率に基づいて行われることを特徴とする、請求項２に記載の燃料改質装置。
- [請求項4] 前記判定部（１２２）による判定は、前記温度低下量が、予め定められた閾値よりも小さいか否かに基づいて行われることを特徴とする、請求項２に記載の燃料改質装置。
- [請求項5] 前記判定部（１２２）による判定は、前記水蒸気改質反応が生じている際において、前記改質触媒（１１１）の温度が最も低くなった後の温度上昇量に基づいて行われることを特徴とする、請求項１に記載の燃料改質装置。
- [請求項6] 前記判定部（１２２）による判定は、前記改質触媒（１１１）に前記燃料が噴射され始めた際における温度低下量と、前記温度上昇量と

、の差又は比率に基づいて行われることを特徴とする、請求項5に記載の燃料改質装置。

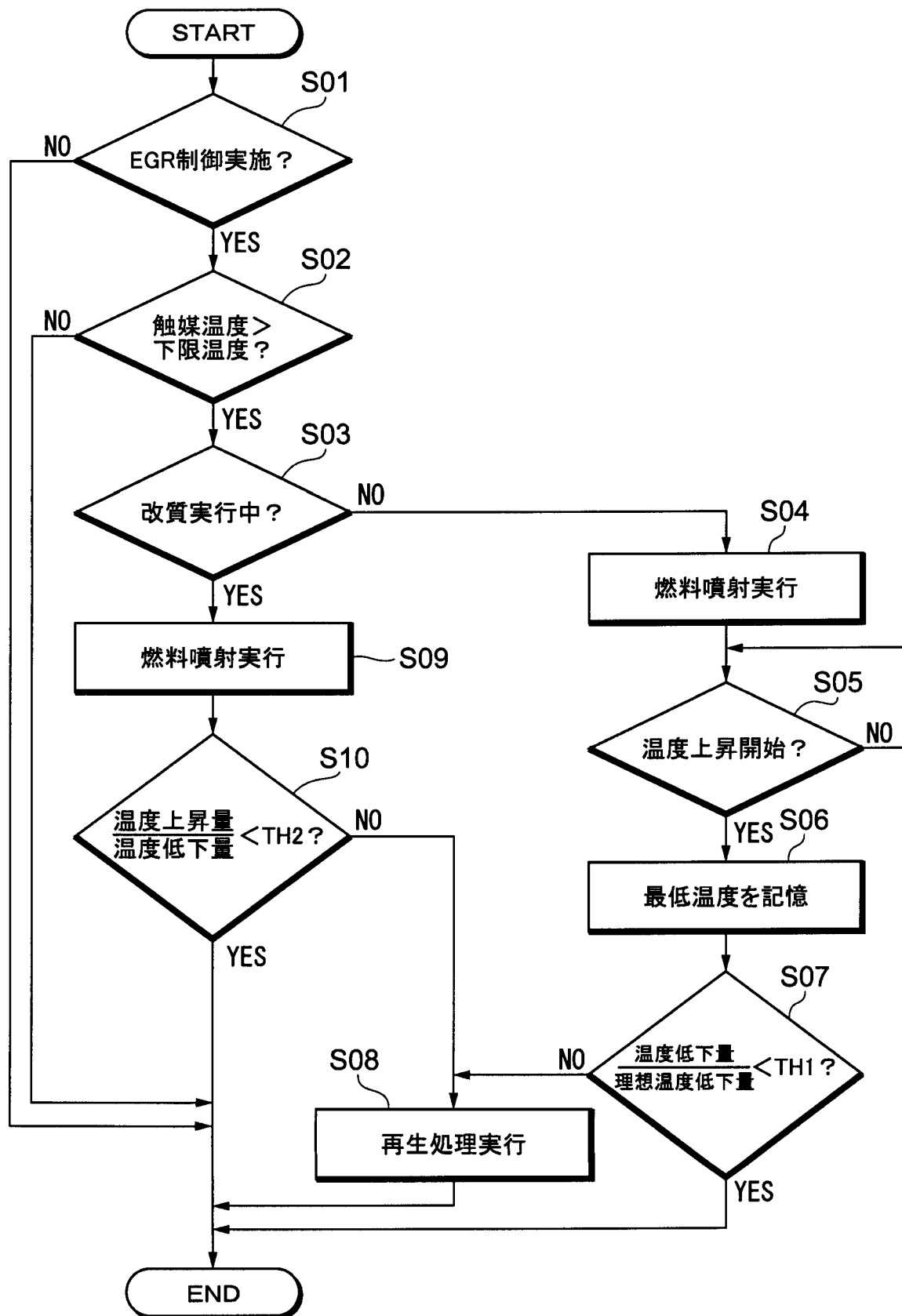
[請求項7] 前記改質触媒（111）は車両（GC）の内燃機関（10）から排出された排ガスが通る排気再循環流路（40）の内部に配置されており、

前記改質触媒（111）は、前記排気再循環流路（40）を通る前記排ガスのみによって加熱されることを特徴とする、請求項1乃至6のいずれか1項に記載の燃料改質装置。

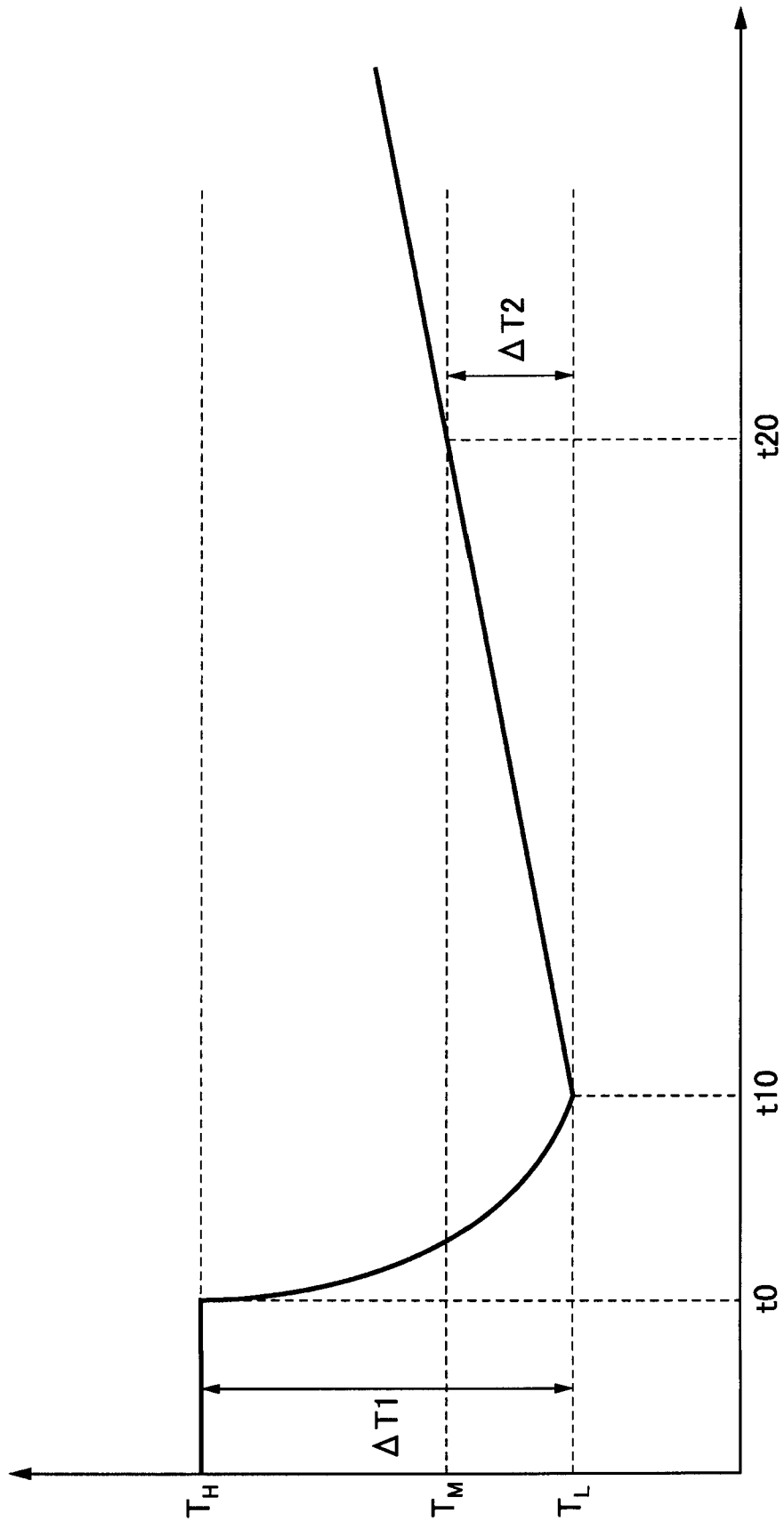
[図1]



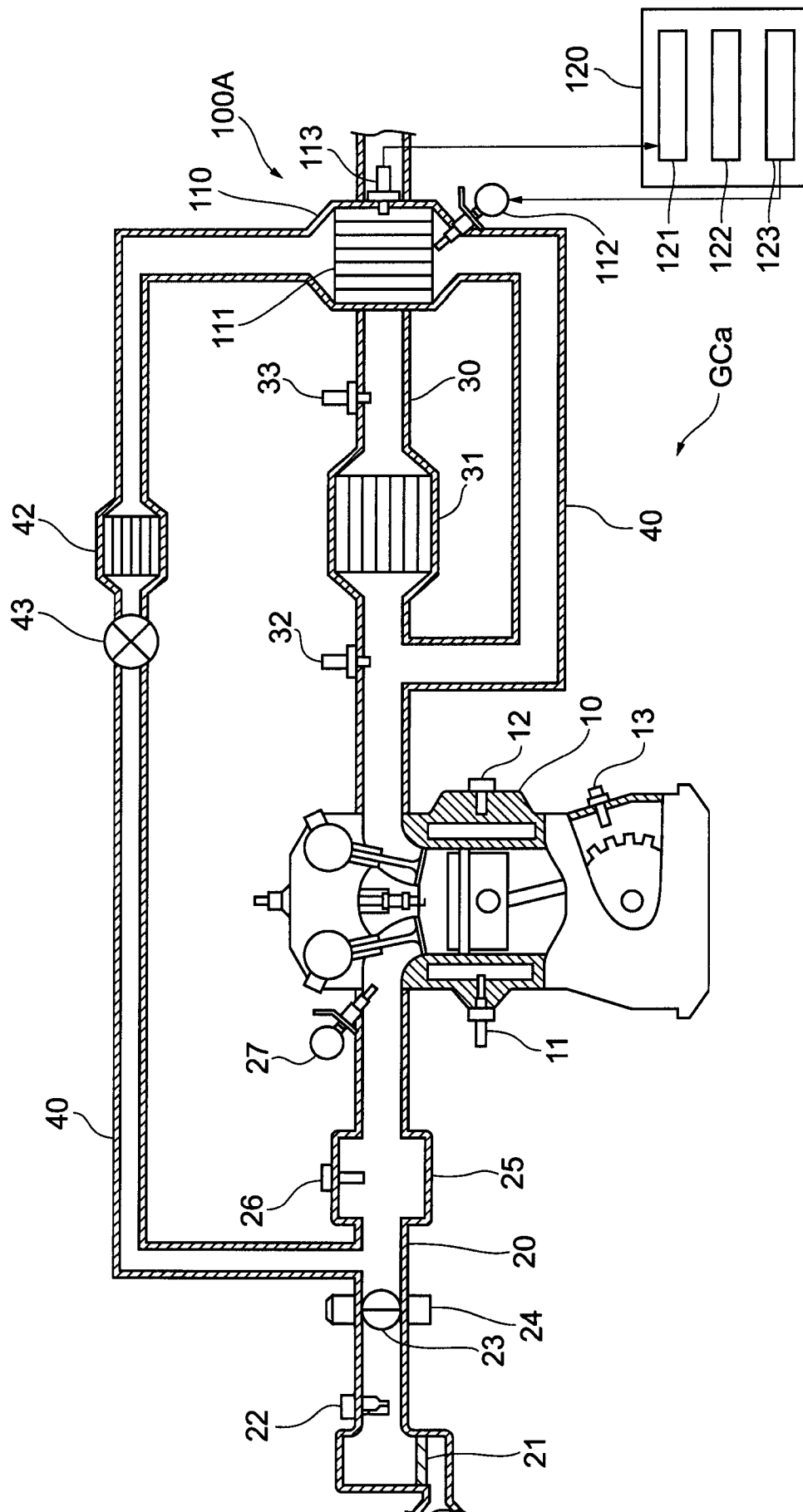
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/006356

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C01B3/38(2006.01)i, B01D53/86(2006.01)i, F02D19/08(2006.01)i, F02M27/02(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)

C01B3/38, B01D53/86, F02D19/08, F02M27/02

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
X Y A	JP 2012-241608 A (Denso Corp.), 10 December 2012 (10.12.2012), claims 1 to 3, 9; paragraphs [0022], [0033], [0042] to [0056] & US 2012/0291424 A1 claims 1 to 3, 9; paragraphs [0050] to [0063]	1-4, 7 5 6
X A	JP 2009-191651 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 27 August 2009 (27.08.2009), claim 1; paragraphs [0036] to [0039] (Family: none)	1, 7 2-6

☒ 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
01 March 2016 (01.03.16)

Date of mailing of the international search report
15 March 2016 (15.03.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/006356

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 2004-315320 A (Toyota Motor Corp.), 11 November 2004 (11.11.2004), paragraphs [0061] to [0064] & US 2004/0205998 A1 paragraphs [0084] to [0087] & DE 102004018573 A & FR 2853939 A	5
A	JP 2007-246376 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 27 September 2007 (27.09.2007), paragraph [0046] (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C01B3/38(2006.01)i, B01D53/86(2006.01)i, F02D19/08(2006.01)i, F02M27/02(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. C01B3/38, B01D53/86, F02D19/08, F02M27/02

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
X Y A	JP 2012-241608 A（株式会社デンソー）2012.12.10, 請求項 1-3, 9, 段落 0022, 0033, 0042-0056 & US 2012/0291424 A1, claim1-3, 9, par.0050-0063	1-4, 7 5 6
X A	JP 2009-191651 A（株式会社豊田中央研究所）2009.08.27, 請求項 1, 段落 0036-0039（ファミリーなし）	1, 7 2-6

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

01.03.2016

国際調査報告の発送日

15.03.2016

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）

村岡 一磨

4G

3448

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

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 2004-315320 A (トヨタ自動車株式会社) 2004. 11. 11, 段落 0061-0064 & US 2004/0205998 A1, par. 0084-0087 & DE 102004018573 A & FR 2853939 A	5
A	JP 2007-246376 A (株式会社豊田中央研究所) 2007. 09. 27, 段落 0046 (ファミリーなし)	1-7