

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007年10月4日 (04.10.2007)

PCT

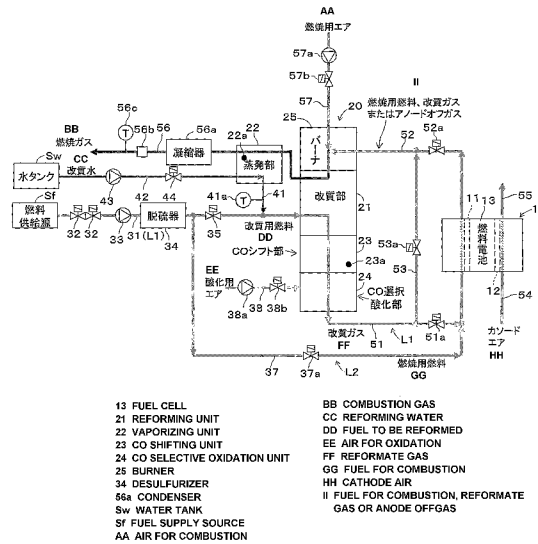
(10) 国際公開番号
WO 2007/111123 A1

- (51) 国際特許分類:
CO1B 3/38 (2006.01) HO1M 8/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/054938
- (22) 国際出願日: 2007年3月13日 (13.03.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2006-084664 2006年3月27日 (27.03.2006) JP
- (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 (米国についてののみ): 大河原 裕記 (OHKAWARA, Hiroki) [JP/JP]; 〒4488650 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 小林 脩 (KOBAYASHI, Osamu); 〒4560002 愛知県名古屋市中区熱田区金山町一丁目19番13号川島ビル 2階 Aichi (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG,

[続葉有]

(54) Title: REFORMING APPARATUS

(54) 発明の名称: 改質装置



(57) Abstract: A reforming apparatus that without inviting of apparatus scale increase and cost increase, realizes detection of ignition at combustion unit with enhanced assurance. Reforming apparatus (20) includes reforming unit (21) for forming of a reformat gas from supplied fuel to be reformed; combustion unit (25) for combustion of supplied fuel for combustion with an oxidizer gas for combustion supplied so that the resultant combustion gas heats the reforming unit; combustion gas flow channel (56) as a passage of combustion gas led out from the combustion unit (25); oxygen concentration detector (56b) disposed along the combustion gas flow channel (56) and capable of detecting the concentration of oxygen in the combustion gas flow channel (56); and a control unit for judging ignition of the combustion unit (25) on the basis of oxygen concentration detected by the oxygen concentration detector (56b).

(57) 要約: 改質装置において、装置の大型化、高コスト化を招くことなく、燃焼部の着火をより確実に検知する。改質装置20は、供給された改質用燃料から改質ガスを生成する改質部21と、供給された燃焼用燃料を供給された燃焼用酸化剤ガスにより燃焼してその燃焼ガスによって改質部を加熱する燃焼部25と、燃焼部25から導出される

[続葉有]



WO 2007/111123 A1



PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (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, LS, MW, MZ, NA, 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 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK,

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

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

改質装置

技術分野

[0001] 本発明は、改質装置に関する。

背景技術

[0002] 改質装置の一形式として、特許文献1に示されているように、燃焼が行われる燃焼部7と、燃焼部7からの燃焼排ガスを排出する排ガス流路10と、排ガス流路10の流路内に配置された限界電流式酸素センサ素子11と、を備えたものが知られている。この改質装置においては、酸素濃度5～10%の燃焼排ガスに晒された際のセンサ出力(A)を読み取り、所定領域内なら燃焼運転動作は正しい酸素濃度領域で燃焼している正常燃焼動作と判断でき、所定領域外なら燃焼運転動作は異なる酸素濃度領域で燃焼している異常燃焼動作と判断できるため、燃焼状態の検査が簡単にできる。

[0003] また、改質装置は、燃焼部7もしくは燃料供給手段9に併設されており燃焼運転動作の有無を判断する燃焼運転判断手段13を備えており、燃焼運転判断手段13は、燃焼部7に設置された火炎検出装置などの検出手段(記載せず)の燃焼信号による燃焼動作状態、もしくは燃料供給手段9の燃料供給状態を確認しにゆき、燃焼運転動作の有無の判断を行っている。

[0004] なお、火炎検出装置としては、特許文献2に示されているように、改質器用バーナ100にフレームロッド方式火炎検知手段103を備えるとともに火炎検知可能な量の燃料ガスを含む水素ガスを供給するものが知られている。

[0005] また、他の火炎検出装置としては、特許文献3に示されているように、燃焼部で炭化水素系ガスの火炎が生じたことを検知する第1火炎検知手段(フレームロッド34)と、燃焼部で混合ガス又は炭化水素系ガスの火炎が生じたことを検知する第2火炎検知手段(サーモカップル36)とを備え、モードに応じて火炎検知手段を切り替えるものが知られている。

[0006] また、改質装置の他の一形式として、特許文献4に示されているように、空気供給

手段17で屋外空気を吸入し、燃料供給手段18で燃料を供給しながら燃料を燃焼させ、燃焼排ガスを排ガス流路5を通して屋外に排気させ、排ガス流路5内に限界電流式酸素センサ6を設け、その限界電流式酸素センサ6に直列に直流電源7と出力検出手段8を接続して閉回路を構成し、出力検出手段8からの信号に基づいて空気供給手段17による吸入空気量を制御する燃焼装置が知られている。

特許文献1:特開2004-198075号公報

特許文献2:特開2003-187848号公報

特許文献3:特開2004-210576号公報

特許文献4:特開平5-164322号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0007] 上述した特許文献1に記載の改質装置においては、燃焼部7の燃焼運転動作の有無の判断は、酸素センサ素子11の出力を使用しないで、火炎検出装置からの出力または燃料供給手段9の燃料供給状態に基づいて行われており、一方、酸素センサ素子11の出力は、燃焼が有ることを前提にしてその燃焼が正常燃焼動作であるか異常燃焼動作であるかの判断に使用されている。すなわち、着火の確認と燃焼状態の監視をそれぞれ行う別々の検出装置(検出センサ)が必要となり、装置の大型化、高コスト化を招いていた。

[0008] また、特許文献1に記載の改質装置の火炎検出装置に特許文献2記載のものが適用された場合、特許文献2の火炎検出装置のフレイムロッド方式は水素を主体とするガス(水素リッチガス)が燃焼する場合には検出対象であるイオン電流が微弱であるため、着火・吹き消えを検知することができないおそれがあった。

[0009] また、特許文献1に記載の改質装置の火炎検出装置に特許文献3記載のものが適用された場合、特許文献3の火炎検出装置は、着火・吹き消えを確実に検知することはできるが、火炎検知手段が複数となるので、改質装置が全体として大型化・高コスト化するという問題があった。

[0010] また、特許文献4においては、限界電流式酸素センサ6の出力に基づいて吸入空気量が制御されることは記載されているが、着火、吹き消えの有無が検知されること

は記載されていない。

[0011] 本発明は、上述した各問題を解消するためになされたもので、改質装置において、装置の大型化、高コスト化を招くことなく、燃焼部の着火をより確実に検知することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 上記の課題を解決するため、請求項1に係る発明の構成上の特徴は、供給された改質用燃料から改質ガスを生成する改質部と、供給された燃焼用燃料を供給された燃焼用酸化剤ガスにより燃焼してその燃焼ガスによって改質部を加熱する燃焼部と、燃焼部から導出される燃焼ガスが流通する燃焼ガス流路と、燃焼ガス流路に設けられ、燃焼ガス流路中の酸素濃度を検出する酸素濃度検出装置と、酸素濃度検出装置によって検出された酸素濃度に基づいて燃焼部の着火を判定する制御装置と、を備えたことである。

[0013] また請求項2に係る発明の構成上の特徴は、請求項1において、制御装置は、燃焼部に着火指令を出した後に、酸素濃度検出装置によって検出された酸素濃度が第1判定値以下となった場合には、燃焼部が着火したと判定することである。

[0014] また請求項3に係る発明の構成上の特徴は、請求項1または請求項2において、制御装置は、燃焼部が着火した後に、酸素濃度検出装置によって検出された酸素濃度が第2判定値以上となった場合には、燃焼部が吹き消えたと判定することである。

[0015] また請求項4に係る発明の構成上の特徴は、請求項1乃至請求項3の何れか一項において、酸素濃度検出装置は、燃焼ガス流路の途中に設けられた凝縮器の下流に配置されていることである。

[0016] また請求項5に係る発明の構成上の特徴は、請求項1乃至請求項4の何れか一項において、酸素濃度検出装置は、当該酸素濃度検出装置を加熱することなく酸素濃度を検出可能な酸素センサであることである。

[0017] また請求項6に係る発明の構成上の特徴は、請求項1乃至請求項5の何れか一項において、燃焼ガス流路に酸素濃度検出装置と併設され、燃焼ガス流路の温度を検出する温度検出装置をさらに備え、制御装置は、酸素濃度検出装置によって検出された燃焼ガス流路中の酸素濃度を、温度検出装置によって検出された当該燃焼ガ

ス流路の温度に基づいて補正することである。

発明の効果

- [0018] 上記のように構成した請求項1に係る発明においては、制御装置が、酸素濃度検出装置によって検出された酸素濃度に基づいて燃焼部の着火を判定するので、従来のように着火を検出する火炎検出装置を別に設けずに、装置の大型化・高コスト化を招くことなく、着火を判定するとともに燃焼状態を監視することが可能となる。
- [0019] 上記のように構成した請求項2に係る発明においては、請求項1に係る発明において、制御装置は、燃焼部に着火指令を出した後に、酸素濃度検出装置によって検出された酸素濃度が第1判定値以下となった場合には、燃焼部が着火したと判定するので、確実に着火を判定することができる。
- [0020] 上記のように構成した請求項3に係る発明においては、請求項1または請求項2に係る発明において、制御装置は、燃焼部が着火した後に、酸素濃度検出装置によって検出された酸素濃度が第2判定値以上となった場合には、燃焼部が吹き消えたと判定するので、着火を確実に判定することができることに加えて、装置の大型化・高コスト化を招くことなく、吹き消えも確実に判定することができる。
- [0021] 上記のように構成した請求項4に係る発明においては、請求項1乃至請求項3の何れか一項に係る発明において、酸素濃度検出装置は、燃焼ガス流路の途中に設けられた凝縮器の下流に配置されているので、水蒸気圧または水蒸気の影響をさらに低減した酸素濃度を得ることができ、より正確な判定をすることができる。
- [0022] 上記のように構成した請求項5に係る発明においては、請求項1乃至請求項4の何れか一項に係る発明において、酸素濃度検出装置は、当該酸素濃度検出装置を加熱することなく酸素濃度を検出可能な酸素センサであるので、加熱が必要な酸素センサ(例えば、ジルコニア型酸素センサ)を使用する場合と比べて、耐久性・信頼性・起動特性(時間)を向上することができる。
- [0023] 上記のように構成した請求項6に係る発明においては、請求項1乃至請求項5の何れか一項に係る発明において、制御装置は、酸素濃度検出装置によって検出された燃焼ガス流路中の酸素濃度を、酸素濃度検出装置と併設された温度検出装置によって検出された当該燃焼ガス流路の温度に基づいて補正するので、水蒸気圧の影

響をさらに低減した酸素濃度を得ることができ、より正確な判定をすることができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本発明による改質装置を適用した燃料電池システムの一実施形態の概要を示す概要図である。

[図2]図1に示す改質装置を示すブロック図である。

[図3]図2に示した制御装置にて実行される制御プログラムのフローチャートである。

[図4]図2に示した制御装置にて実行される制御プログラムのフローチャートである。

符号の説明

[0025] 10…燃料電池、11…燃料極、12…空気極、20…改質装置、21…改質部、22…蒸発部、22a…温度センサ、23…一酸化炭素シフト反応部(COシフト部)、23a…温度センサ、24…一酸化炭素選択酸化反応部(CO選択酸化部)、25…バーナ(燃焼部)、31…改質用燃料供給管、32…燃料バルブ、33…燃料ポンプ、34…脱硫器、35…改質用燃料バルブ、37…燃焼用燃料供給管、37a…燃焼用燃料バルブ、38…CO酸化用空気供給管、38a…酸化用空気ポンプ、38b…酸化用空気バルブ、41…水蒸気供給管、41a…温度センサ、42…給水管、43…改質水ポンプ、44…改質水バルブ、51…改質ガス供給管、51a…第1改質ガスバルブ、52…オフガス供給管、52a…オフガスバルブ、53…バイパス管、53a…第2改質ガスバルブ、54…カソード用空気供給管、55…排気管、56…燃焼ガス流路、56a…凝縮器、56b…酸素センサ(酸素濃度検出装置)、56c…温度センサ(温度検出装置)、57…燃焼用空気供給管、57a…燃焼用空気ポンプ、57b…燃焼用空気バルブ、60…制御装置、L1…第1ライン、L2…第2ライン、Sf…燃料供給源、Sw…水タンク。

発明を実施するための最良の形態

[0026] 以下、本発明による改質装置を適用した燃料電池システムの一実施形態について説明する。図1はこの燃料電池システムの概要を示す概要図である。この燃料電池システムは燃料電池10とこの燃料電池10に必要な水素ガスを含む改質ガスを生成する改質装置20を備えている。

[0027] 燃料電池10は、燃料極11と酸化剤極である空気極12と両極11、12間に介在された電解質13を備えており、燃料極11に供給された改質ガスおよび空気極12に供給

された酸化剤ガスである空気(カソードエア)を用いて発電するものである。なお、空気の代わりに空気の酸素富化したガスを供給するようにしてもよい。

[0028] 改質装置20は、燃料を水蒸気改質し、水素リッチな改質ガスを燃料電池10に供給するものであり、改質部21、蒸発部22、一酸化炭素シフト反応部(以下、COシフト部という)23および一酸化炭素選択酸化反応部(以下、CO選択酸化部という)24およびバーナ(燃焼部)25から構成されている。燃料としては天然ガス、LPGなどの気体燃料、灯油、ガソリン、メタノールなどの液体燃料があり、本実施形態においては天然ガスにて説明する。また、燃料のうち改質部21に供給されるものを改質用燃料と言い、バーナ25に供給されるものを燃焼用燃料と言っている。

[0029] 改質部21は、燃料供給源Sf(例えば都市ガス管)から供給された改質用燃料に蒸発部22からの水蒸気(改質水)を混合した混合ガスを改質部21に充填された触媒(例えば、Ru、Ni系の触媒)により改質して水素ガスと一酸化炭素ガスを生成している(いわゆる水蒸気改質反応)。これと同時に、水蒸気改質反応にて生成された一酸化炭素と水蒸気を水素ガスと二酸化炭素とに変成している(いわゆる一酸化炭素シフト反応)。これら生成されたガス(いわゆる改質ガス)はCOシフト部23に導出される。

[0030] 改質部21には、燃料供給源Sfからの改質用燃料が改質用燃料供給管31を介して供給されている。改質用燃料供給管31には、上流から順番に一对の燃料バルブ32、32、燃料ポンプ33、脱硫器34、および改質用燃料バルブ35が設けられている。燃料バルブ32および改質用燃料バルブ35は制御装置60の指令によって改質用燃料供給管31を開閉する電磁開閉弁である。燃料ポンプ33は、制御装置60の指令に応じて燃料供給源Sfからの燃料供給量を調整するものである。脱硫器34は改質用燃料中の硫黄分(例えば、硫黄化合物)を除去するものである。

[0031] また、改質用燃料供給管31の改質用燃料バルブ35と改質部21との間には水蒸気供給源である蒸発部22に接続された水蒸気供給管41が接続されており、蒸発部22からの水蒸気が改質用燃料に混合されて改質部21に供給されている。また、水蒸気供給管41には、改質部21へ供給される水蒸気の状態である温度を検出する水蒸気状態検出手段である温度センサ41aが設けられている。温度センサ41aからの信号は制御装置60に送信されている。

- [0032] 蒸発部22には改質水供給源である水タンクSwに接続された給水管42が接続されている。給水管42には、上流から順番に改質水ポンプ43、改質水バルブ44が設けられている。改質水ポンプ43は水タンクSwからの改質水を蒸発部22に供給し、制御装置60の指令に応じて改質水供給量を調整するものである。改質水バルブ44は制御装置60の指令によって給水管42を開閉する電磁開閉弁である。蒸発部22は、燃焼ガス流路56を流通する燃焼ガス(または、改質部21、COシフト部23などの排熱)によって加熱されており、これにより圧送された改質水を水蒸気化する。蒸発部22には、蒸発部22の温度を検出する温度センサ22aが設けられている。温度センサ22aからの信号は制御装置60に送信されている。
- [0033] COシフト部23は、改質部21からの改質ガスに含まれる一酸化炭素と水蒸気をその内部に充填された触媒(例えば、Cu、Zn系の触媒)により反応させて水素ガスと二酸化炭素ガスとに変成している。これにより、改質ガスは一酸化炭素濃度が低減されてCO選択酸化部24に導出される。また、COシフト部23には、触媒の温度を検出する温度センサ23aが設けられている。温度センサ23aからの信号は制御装置60に送信されている。
- [0034] CO選択酸化部24は、改質ガスに残留している一酸化炭素とCO酸化用空気供給管38から供給されたCO酸化用の空気(エア)とをその内部に充填された触媒(例えば、Ru系またはPt系の触媒)により反応させて二酸化炭素を生成している。これにより、改質ガスは一酸化炭素濃度がさらに低減されて(10ppm以下)燃料電池10の燃料極11に導出される。
- [0035] CO酸化用空気供給管38上には、上流から順番に酸化用空気ポンプ38aおよび酸化用空気バルブ38bが設けられている。酸化用空気ポンプ38aは、空気供給源である大気からのCO酸化用空気をCO選択酸化部24に供給し、制御装置60の指令に応じてCO酸化用空気供給量を調整するものである。酸化用空気バルブ38bは制御装置60の指令によってCO酸化用空気供給管38を開閉する電磁開閉弁である。
- [0036] 燃料電池10の燃料極11の導入口には改質ガス供給管51を介してCO選択酸化部24が接続されるとともに、燃料極11の導出口にはオフガス供給管52を介してバーナ25が接続されている。バイパス管53は燃料電池10をバイパスして改質ガス供給

管51およびオフガス供給管52を直結するものである。改質ガス供給管51にはバイパス管53との分岐点と燃料極11の導入口との間に第1改質ガスバルブ51aが設けられている。オフガス供給管52にはバイパス管53との合流点と燃料極11の導出口との間にオフガスバルブ52aが設けられている。バイパス管53には第2改質ガスバルブ53aが設けられている。

[0037] 起動運転時には、CO選択酸化部24から一酸化炭素濃度の高い改質ガスを燃料電池10に供給するのを回避するため、第1改質ガスバルブ51aおよびオフガスバルブ52aを閉じ第2改質ガスバルブ53aを開いている。定常運転時には、CO選択酸化部24からの改質ガスを燃料電池10に供給するため、第1改質ガスバルブ51aおよびオフガスバルブ52aを開き第2改質ガスバルブ53aを閉じている。

[0038] また、燃料電池10の空気極12の導入口には、カソード用空気供給管54が接続されており、空気極12内に空気(カソードエア)が供給されるようになっている。さらに、燃料電池10の空気極12の導出口には、排気管55が接続されており、空気極12からの空気(カソードオフガス)が外部に排出されるようになっている。

[0039] また、上述した改質用燃料供給管31、改質ガス供給管51およびオフガス供給管52から第1ラインL1が構成されている。第1ラインL1は、燃料供給源Sfを改質部21を経由してバーナ25に連通するラインである。すなわち、燃料電池10を経由しない、改質用燃料供給管31、改質ガス供給管51、バイパス管53およびオフガス供給管52の経路も第1ラインL1であり、燃料電池10を経由する、改質用燃料供給管31、改質ガス供給管51およびオフガス供給管52の経路も第1ラインL1である。

[0040] この第1ラインL1に並設されて改質部21をバイパスして燃料電池10の燃料極11を経由してバーナ25に連通する第2ラインL2である燃焼用燃料供給管37が設けられている。燃焼用燃料供給管37は、改質用燃料供給管31の脱硫器34と改質用燃料バルブ35との間から分岐し、改質ガス供給管51の第1改質ガスバルブ51aと燃料電池10との間に接続されている。燃焼用燃料供給管37上には、第1燃焼用燃料バルブ37aが設けられている。第1燃焼用燃料バルブ37aは制御装置60の指令によって燃焼用燃料供給管37を開閉する電磁開閉弁である。これにより、燃料供給源Sfからの燃料(燃焼用燃料)が脱硫器34によって硫黄分が除去されて第2ラインL2、燃料

電池10を通してバーナ25に供給可能である。

- [0041] バーナ(燃焼部)25は、供給された燃焼用燃料を供給された燃焼用酸化剤ガスにより燃焼してその燃焼ガスによって改質部21を加熱するものであり、すなわち水蒸気改質反応に必要な熱を供給するための燃焼ガスを生成するものである。このバーナ25は、燃料供給源Sf、改質部21および燃料電池10の燃料極11からの各可燃ガスが供給可能であり、これら可燃ガスのうち何れか少なくとも一つを燃焼用酸化剤ガスである燃焼用空気で燃焼するものである。
- [0042] また、バーナ25には、燃焼用空気を供給する燃焼用空気供給管57が接続されている。燃焼用空気供給管57上には、上流から順番に燃焼用空気ポンプ57aおよび燃焼用空気バルブ57bが設けられている。燃焼用空気ポンプ57aは空気供給源である大気から供給される燃焼用空気をバーナ25に供給し、制御装置60の指令に応じて燃焼用空気供給量を調整するものである。燃焼用空気バルブ57bは制御装置60の指令によって燃焼用空気供給管57を開閉する電磁開閉弁である。
- [0043] これにより、システム起動開始した時点から改質部21に改質用燃料の供給が開始されるまでの間は、バーナ25には燃料供給源Sfからの燃焼用燃料が第2ラインL2を介して改質部21を通らないで燃料電池10の燃料極11を通して供給され、改質部21への改質用燃料の供給開始以降から定常運転(発電)開始までの間は、バーナ25にはCO選択酸化部24からの改質ガスが燃料電池10を通らないで直接供給され、そして、定常運転(発電)中においてはバーナ25には燃料電池10の燃料極11からのアノードオフガス(燃料電池10の燃料極11に供給され使用されずに排出された水素を含んだ改質ガスや未改質の改質用燃料)が供給される。
- [0044] バーナ25から導出される燃焼ガスは、燃焼ガス流路56を流通して外部に排出される。燃焼ガス流路56は改質部21や蒸発部22を加熱するように配設され、燃焼ガスは改質部21の触媒の活性温度域となるように加熱し、蒸発部22を水蒸気生成するために加熱する。
- [0045] 燃焼ガス流路56の途中には、凝縮器56aが設けられている。凝縮器56aは、図示しない貯湯槽の低温液体またはラジエータおよび冷却ファンによって冷却された凝縮冷媒が供給される冷媒管が貫設されており、この液体との熱交換によって燃焼ガス

中の水蒸気を凝縮している。したがって、凝縮器56aを通過した後の燃焼ガスは、降温され、その温度で水蒸気飽和状態となっている。

[0046] 燃焼ガス流路56の凝縮器56aの下流には、酸素濃度検出装置である酸素センサ56bが設けられている。酸素センサ56bは、燃焼ガス流路56中の酸素濃度を検出するものである。酸素センサ56bの検出結果は、制御装置60に送信されるようになっている。酸素センサ56bは、当該酸素濃度検出装置を加熱することなく酸素濃度を検出可能な酸素センサであることが好ましい。例えば、ガルバニ電池式酸素センサ、光学式溶存酸素センサなどである。

[0047] 燃焼ガス流路56の凝縮器56aの下流には、燃焼ガス流路56の温度を検出する温度検出装置である温度センサ56cが設けられている。温度センサ56cの検出結果は、制御装置60に送信されるようになっている。温度センサ56cは酸素センサ56bと併設されるのが好ましい。酸素センサ56bが検出する燃焼ガスの温度を検出して、その温度に基づいて酸素センサ56bの検出した酸素濃度を補正することができるからである。

[0048] また、上述した各温度センサ22a, 23a, 41a, 56c、酸素センサ56b、各バルブ32, 35, 37a, 38b, 44, 51a, 52a, 53a, 57b、各ポンプ33, 43, 38a, 57a、およびバーナ25は制御装置60に接続されている(図2参照)。制御装置60はマイクロコンピュータ(図示省略)を有しており、マイクロコンピュータは、バスを介してそれぞれ接続された入出力インターフェース、CPU、RAMおよびROM(いずれも図示省略)を備えている。CPUは、図3のフローチャートに対応したプログラムを実行して、燃料電池システムを起動し、発電するように制御している。RAMは同プログラムの実行に必要な変数を一時的に記憶するものであり、ROMは前記プログラムを記憶するものである。

[0049] 次に、上述した燃料電池システムの作動について図3および図4に示すフローチャートを参照して説明する。図示しない起動スイッチがオンされると、制御装置30は、改質装置20の運転開始指示ありと判定し(ステップ102にて「YES」)、起動運転を開始する。

[0050] 制御装置60は、燃焼用空気バルブ66を開き燃焼用空気ポンプ65を駆動して、バ

バーナ25へ燃焼用空気を規定流量A1だけ供給してパージする(ステップ104)。

- [0051] 制御装置60は、酸素センサ56bによって燃焼ガス流路56を流通する燃焼用空気の酸素濃度Noを検出し、その酸素濃度Noに基づいて酸素センサ56bが正常であるか否かを判定する(ステップ106)。酸素濃度Noの検出は、燃焼用空気によってバーナ25までパージされている頃実施するのが好ましい。
- [0052] 酸素濃度Noが所定範囲内すなわち下限値No1a以上、上限値No1b以下の範囲内であれば、酸素センサ56bが正常であると判定し、そうでなければ異常であると判定する。下限値No1aおよび上限値No1bは、大気の酸素濃度(21%)を基準に所定の幅を持って規定された値である。
- [0053] 酸素濃度Noが所定範囲外であれば(ステップ106で「NO」)、制御装置60は、酸素センサ56bが異常であると判定するとともにその旨を表示(またはアナウンス)し(ステップ108)、燃料電池システムの起動を停止する(ステップ110)。酸素濃度Noが所定範囲内であれば(ステップ106で「YES」)、制御装置60は、燃料電池システムの起動運転を続行する。なお、このとき、酸素センサ56bの検出値を大気の酸素濃度で校正してもよい。
- [0054] 制御装置60は、改質用燃料バルブ35および第1および第2改質ガスバルブ51a, 53aを閉じたまま、燃料バルブ32および燃焼用燃料バルブ37aならびにオフガスバルブ52aを開き、燃料ポンプ33を駆動して、バーナ25へ燃焼用燃料を規定流量B1だけ供給する(ステップ112)。そして、制御装置60は、バーナ25を着火する。
- [0055] 制御装置60は、酸素センサ56bによって燃焼ガス流路56を流通する燃焼用空気の酸素濃度Noを検出し、その酸素濃度Noに基づいてバーナ25が着火したか否かを判定する(ステップ116)。酸素濃度Noの検出・判定は、燃焼用燃料がバーナ25に到達するのに十分な時間である規定時間T1が経過するまで実施するのが好ましい。短すぎると燃焼用燃料がバーナ25に到達していない場合があり、長すぎると燃焼用燃料を無駄に流してしまうこととなる。
- [0056] バーナ25で燃焼が開始すれば、供給されている燃焼用空気が燃焼によって消費され燃焼ガス流路56中の酸素濃度は低下する。したがって、規定時間T1内に酸素濃度Noが規定値No2以下になれば、正常に燃焼が開始したと判定し、そうでなければ

ば未着火(着火・燃焼しなかった。)であると判定する。規定値No2は、大気の酸素濃度(21%)より小さい値(例えば15%)に設定されている。

- [0057] 酸素濃度Noがバーナ25の着火時点から規定時間T1経過しても規定値No2より大きければ(ステップ116, 118で「NO」、「YES」)、制御装置60は、バーナ25が未着火であると判定するとともにその旨を表示(またはアナウンス)し(ステップ120)、燃料電池システムの起動を停止する(ステップ122)。なお、その後、ステップ104に戻って繰り返し着火動作をしてもよく、その際、所定回数繰り返しても未着火である場合はシステムを停止し、異常表示をするようにすればよい。
- [0058] 酸素濃度Noがバーナ25の着火時点から規定時間T1経過するまでに規定値No2以下となれば(ステップ116で「YES」)、制御装置60は、バーナ25は着火したと判定し(ステップ124)、燃料電池システムの起動運転を続行する。
- [0059] このように燃焼が開始されると、その燃焼ガスが燃焼ガス流路56を通る際に、燃焼ガスによって改質部21、蒸発部22が加熱されて昇温する。バーナ25の着火時点から規定時間T4経過後に、制御装置60は、改質水バルブ44を開き改質水ポンプ43を駆動して、改質水を蒸発部22に供給する。
- [0060] 蒸発部22から導出される水蒸気の温度T2が所定温度T2a(例えば、100°C)以上となると、制御装置60は、蒸発部22から水蒸気が改質部21に供給され始めたと判定する(ステップ130で「YES」)。そして、制御装置60は、改質用燃料バルブ35および第2改質ガスバルブ53aを開き、燃焼用燃料バルブ37aおよびオフガスバルブ52aを閉じて、燃料ポンプ33を駆動して、改質用燃料を予め設定されている流量で改質部21に供給する(ステップ132)。
- [0061] 改質用燃料が投入されると、改質部21では上述した水蒸気改質反応および一酸化炭素シフト反応が生じて改質ガスが生成され、CO選択酸化部24から改質ガスが導出されるが、まだ一酸化炭素が多いので、燃料電池10をバイパスしてバーナ25に供給される。また、改質用燃料の投入と同時に、空気バルブ64が開かれて空気ポンプ63が駆動され予め設定されている酸化用空気がCO選択酸化部24に供給される。改質ガスはCO選択酸化部24にて一酸化炭素をさらに低減されてCO選択酸化部24から導出される。

- [0062] COシフト部23の触媒温度T3が所定温度T3a(例えば、200°C)以上となると、制御装置60は、改質ガス中の一酸化炭素濃度が所定値より低くなったと判定し、すなわち起動運転が終了したと判定する(ステップ134で「YES」)。そして、制御装置60は、第1改質ガスバルブ51aおよびオフガスバルブ52aを開き第2改質ガスバルブ53aを閉じて、CO選択酸化部24からの改質ガスを燃料電池10に供給して、燃料電池10の発電が開始される(ステップ136)。
- [0063] 制御装置60は、ステップ136において、発電運転(定常運転)を実施する。制御装置60は、定常運転中において、所望の出力電流(負荷装置で消費される電流・電力)となるように改質用燃料、燃焼用空気、酸化用空気、カソードエアおよび改質水を供給するように制御する。改質用燃料の供給量は、所望の出力電流に応じた供給量と改質部21に必要な熱量に応じた供給量の合計値に設定されている。燃焼用空気の供給量および改質水の供給量は、改質用燃料の供給量に応じて決定されている。
- [0064] 制御装置60は、停止スイッチが押されるなど運転停止指示があるまでは、ステップ138にて「NO」と判定し続けて定常運転を継続する。運転停止指示があると、ステップ138にて「YES」と判定し、プログラムをステップ140に進めて燃料電池システムの運転を停止すべく規定の停止運転を実施する。
- [0065] また、上述した酸素センサ56bによって検出された酸素濃度は、酸素濃度と同時に温度センサ56cによって検出される燃料ガス流路56内の温度により補正される。具体的には、制御装置60は、温度-飽和水蒸気圧との関係を示す飽和水蒸気圧線とに基づいて、温度センサ56cによって検出された温度の飽和水蒸気圧を算出し、それを濃度換算した値を使って酸素センサ56bにより検出された酸素濃度を補正する。
- [0066] このように作動する燃料電池システムにおいて、正常に着火したと判定された時点から燃料電池システムの運転停止するまでにおいては、制御装置60は、図4に示すフローチャートに沿って吹き消え検知も並行して実施している。バーナ25が吹き消えると、供給されている燃焼用空気および燃焼用燃料が燃焼されないでそのままバーナ25から導出されるので、燃焼ガス流路56中の酸素濃度は上昇する。したがって、酸素濃度Noが規定値No3以上になれば、バーナ25が吹き消えたと判定し、そうで

なければ吹き消えないで燃焼していると判定する。規定値No3は、大気の酸素濃度(21%)より小さく、かつ規定値No2より大きい値(例えば20%)に設定されている。規定値No3は、設定値が小さければ吹き消えてから判定するまでの時間を短縮できるが、必要以上に小さくすると誤判定する可能性があるので、応答性・信頼性を両立するように設定されるのが好ましい。

[0067] 酸素濃度Noが規定値No3以上であれば(ステップ202で「YES」)、制御装置60は、図3に示す処理の途中で割り込み処理をして、バーナ25が吹き消えであると判定するとともにその旨を表示(またはアナウンス)し(ステップ204)、燃料電池システムの起動を停止する(ステップ206)。酸素濃度Noが規定値No2未満であれば(ステップ202で「NO」)、制御装置60は、図3に示すフローチャートに沿った処理を続行する。

[0068] なお、改質装置暖機完了(ステップ134)より前であれば、ステップ206の処理後、ステップ104に戻って繰り返し着火動作をしてもよく、その際、所定回数繰り返しても未着火である場合はシステムを停止し、異常表示をするようにすればよい。なお、改質装置暖機完了(ステップ134)後であれば、システムを停止する。

[0069] また、上述したように作動する燃料電池システムにおいて、正常に着火したと判定された時点から燃料電池システムの運転停止するまでにおいては、燃焼用空気の流量を次のように制御するのが好ましい。酸素センサ56bによって検出される酸素濃度Noが規定値No4となるように、燃焼用空気ポンプ57aをフィードバック制御して燃焼用空気の流量を調整すればよい。この規定値No4は、エミッションが目標値を満足するように設定され、また、上述した吹き消え判定に使用する規定値No3も考慮して設定されている。

[0070] さらに、改質用燃料の流量を次のように制御するのが好ましい。酸素センサ56bによって検出される酸素濃度Noが規定値No4となるように、燃料ポンプ33をフィードバック制御して改質用燃料の流量を調整すればよい。ただし、改質用燃料の流量は、燃料電池で安定発電ができるような生成水素量範囲(水素利用率範囲)に対応した上下限流量が設定されており、その範囲に収まるようになっている。これにより、他に検出装置を設けることなく、酸素濃度検出装置だけで着火(および吹き消え)を确实

に検知することができる上に、さらに燃焼状態を適切に制御することができる。

[0071] なお、規定値No4は、追い炊きラインを設けずに改質用燃料のみを燃焼する場合や、アノードオフガスのみを燃焼する場合などバーナ25での可燃ガスの種類によってマップ化されており、そのマップに基づいて最適燃焼となるように制御されるようになっている。また、規定値No4は、燃焼負荷(発電負荷)によってもマップ化されており、そのマップに基づいて最適燃焼となるように制御されるようになっている。

[0072] 上述の説明から明らかなように、この実施形態においては、制御装置60が、酸素濃度検出装置である酸素センサ56bによって検出された酸素濃度に基づいて燃焼部25の着火を判定するので、従来のように着火を検出する火炎検出装置を別に設けずに、装置の大型化・高コスト化を招くことなく、着火を判定するとともに燃焼状態を監視することが可能となる。

[0073] また、制御装置60は、燃焼部25に着火指令を出した(ステップ114)後に、酸素濃度検出装置56bによって検出された酸素濃度Noが第1判定値である規定値No2以下となった場合には、燃焼部25が着火したと判定する(ステップ124)ので、確実に着火を判定することができる。

[0074] また、制御装置60は、燃焼部25が着火した(ステップ124)後に、酸素濃度検出装置56bによって検出された酸素濃度Noが第2判定値である規定値No3以上となった場合には、燃焼部25が吹き消えたと判定するので、着火を確実に判定することができることに加えて、装置の大型化・高コスト化を招くことなく、吹き消えも確実に判定することができる。

[0075] また、酸素濃度検出装置56bは、燃焼ガス流路56の途中に設けられた凝縮器56aの下流に配置されているので、水蒸気圧または水蒸気の影響をさらに低減した酸素濃度を得ることができ、より正確な判定をすることができる。

[0076] すなわち、バーナ25に供給される可燃ガスは、燃料供給源Sfから供給される燃焼用燃料であったり、改質部21から供給される改質ガスであったり、燃料電池10からのアノードオフガスであったりするので、可燃ガスの成分比が変化する。改質ガスやアノードオフガスは、改質装置20の運転状態や燃料電池10の運転状態によっても、その成分比が変化する。このため燃焼ガス中の水

蒸気濃度が大きく変化するため酸素センサ56bで検出される酸素濃度値への影響が大きい。したがって、凝縮器56aで水蒸気の飽和状態を作り安定した水蒸気濃度中で酸素濃度を測定することは、正確な判定のために非常に有効な手段である。

[0077] また、酸素濃度検出装置56bは、当該酸素濃度検出装置56bを加熱することなく酸素濃度を検出可能な酸素センサであるので、加熱が必要な酸素センサ(例えば、ジルコニア型酸素センサ)を使用する場合と比べて、耐久性・信頼性・起動特性(時間)を向上することができる。

[0078] また、制御装置60は、酸素濃度検出装置56bによって検出された燃焼ガス流路56中の酸素濃度を、温度検出装置56cによって検出された当該燃焼ガス流路56の温度に基づいて補正するので、水蒸気圧の影響をさらに低減した酸素濃度を得ることができ、より正確な判定をすることができる。

[0079] なお、上述した実施形態においては、追い炊きラインがない場合の燃料電池システムを説明したが、追い炊きラインがある場合にも、本発明を適用することができる。追い炊きラインは、バーナ25に燃焼用燃料を直接供給する別ラインである。この場合には、起動時には、追い炊きラインのみから燃焼用燃料が供給され、水蒸気が改質部21に供給され始めて、改質用燃料が上記同様に供給される。そして、改質部21に熱量が不足する場合に、追い炊きラインから燃焼用燃料が補充される。この場合、酸素センサ56bによって検出される酸素濃度 N_o が規定値 N_{o4} となるように、追い炊きラインからの燃焼用燃料の流量をフィードバック制御すればよい。

[0080] また、上述した実施形態において、気体を供給するポンプにおいてはポンプの代わりにブローを使用するようにしてもよい。

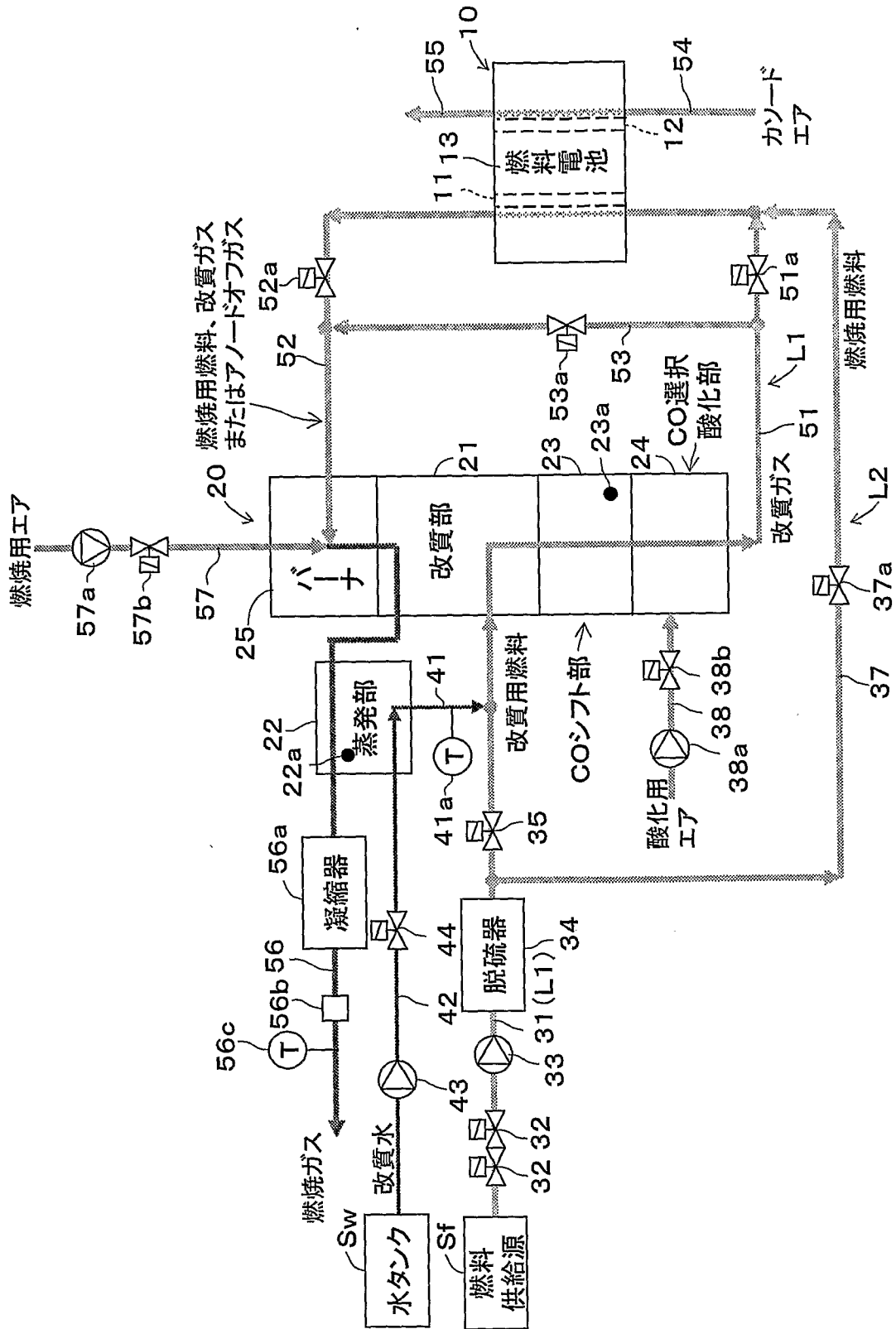
産業上の利用可能性

[0081] 以上のように、本発明にかかる改質装置において、装置の大型化、高コスト化を招くことなく、燃焼部の着火をより確実に検知するのに適している。

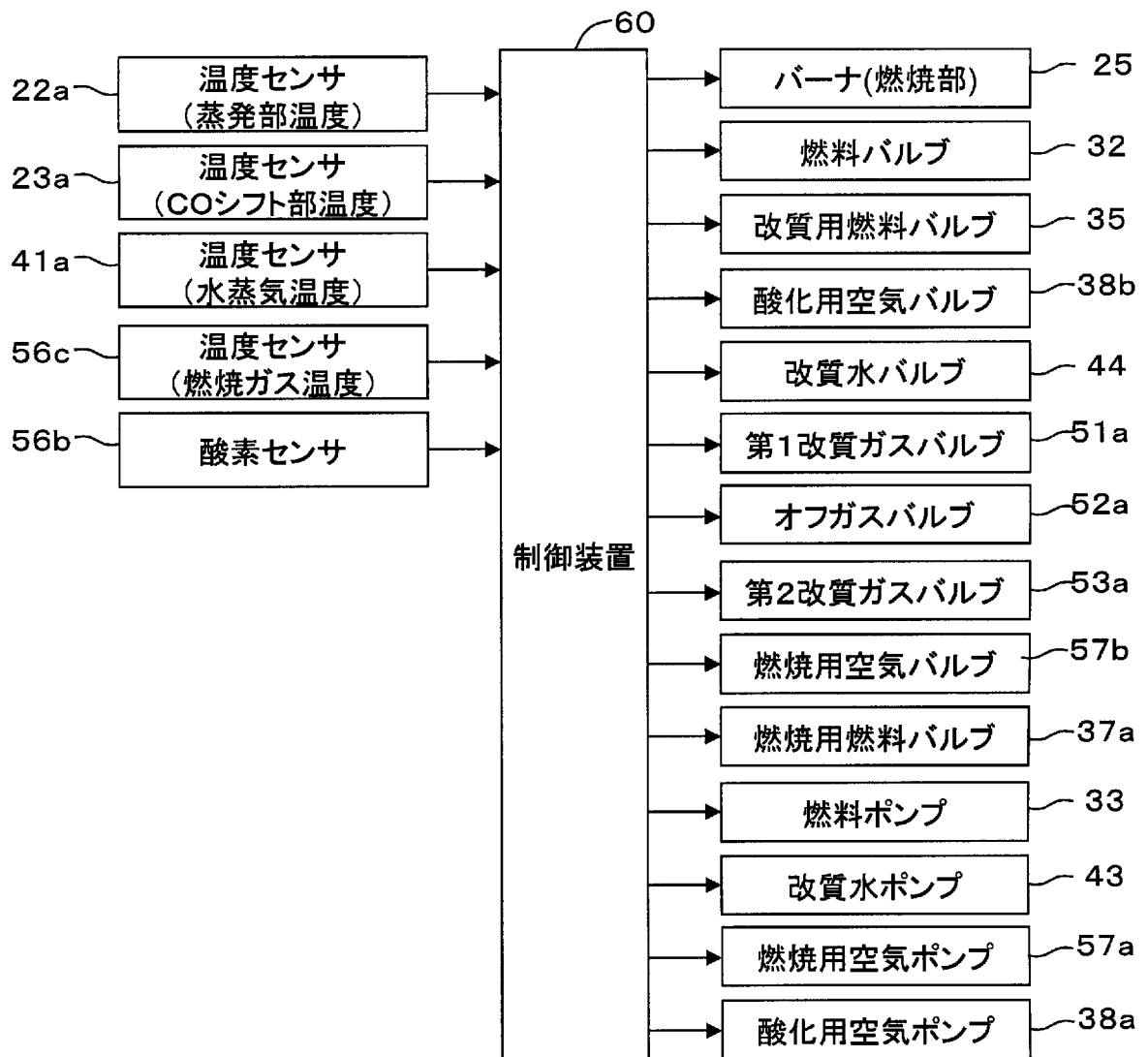
請求の範囲

- [1] 供給された改質用燃料から改質ガスを生成する改質部と、
供給された燃焼用燃料を供給された燃焼用酸化剤ガスにより燃焼してその燃焼ガスによって前記改質部を加熱する燃焼部と、
前記燃焼部から導出される前記燃焼ガスが流通する燃焼ガス流路と、
前記燃焼ガス流路に設けられ、前記燃焼ガス流路中の酸素濃度を検出する酸素濃度検出装置と、
前記酸素濃度検出装置によって検出された酸素濃度に基づいて前記燃焼部の着火を判定する制御装置と、を備えたことを特徴とする改質装置。
- [2] 請求項1において、前記制御装置は、前記燃焼部に着火指令を出した後に、前記酸素濃度検出装置によって検出された酸素濃度が第1判定値以下となった場合には、前記燃焼部が着火したと判定することを特徴とする改質装置。
- [3] 請求項1または請求項2において、前記制御装置は、前記燃焼部が着火した後に、前記酸素濃度検出装置によって検出された酸素濃度が第2判定値以上となった場合には、前記燃焼部が吹き消えたと判定することを特徴とする改質装置。
- [4] 請求項1乃至請求項3の何れか一項において、前記酸素濃度検出装置は、前記燃焼ガス流路の途中に設けられた凝縮器の下流に配置されていることを特徴とする改質装置。
- [5] 請求項1乃至請求項4の何れか一項において、前記酸素濃度検出装置は、当該酸素濃度検出装置を加熱することなく酸素濃度を検出可能な酸素センサであることを特徴とする改質装置。
- [6] 請求項1乃至請求項5の何れか一項において、前記燃焼ガス流路に前記酸素濃度検出装置と併設され、前記燃焼ガス流路の温度を検出する温度検出装置をさらに備え、
前記制御装置は、前記酸素濃度検出装置によって検出された燃焼ガス流路中の酸素濃度を、前記温度検出装置によって検出された当該燃焼ガス流路の温度に基づいて補正することを特徴とする改質装置。

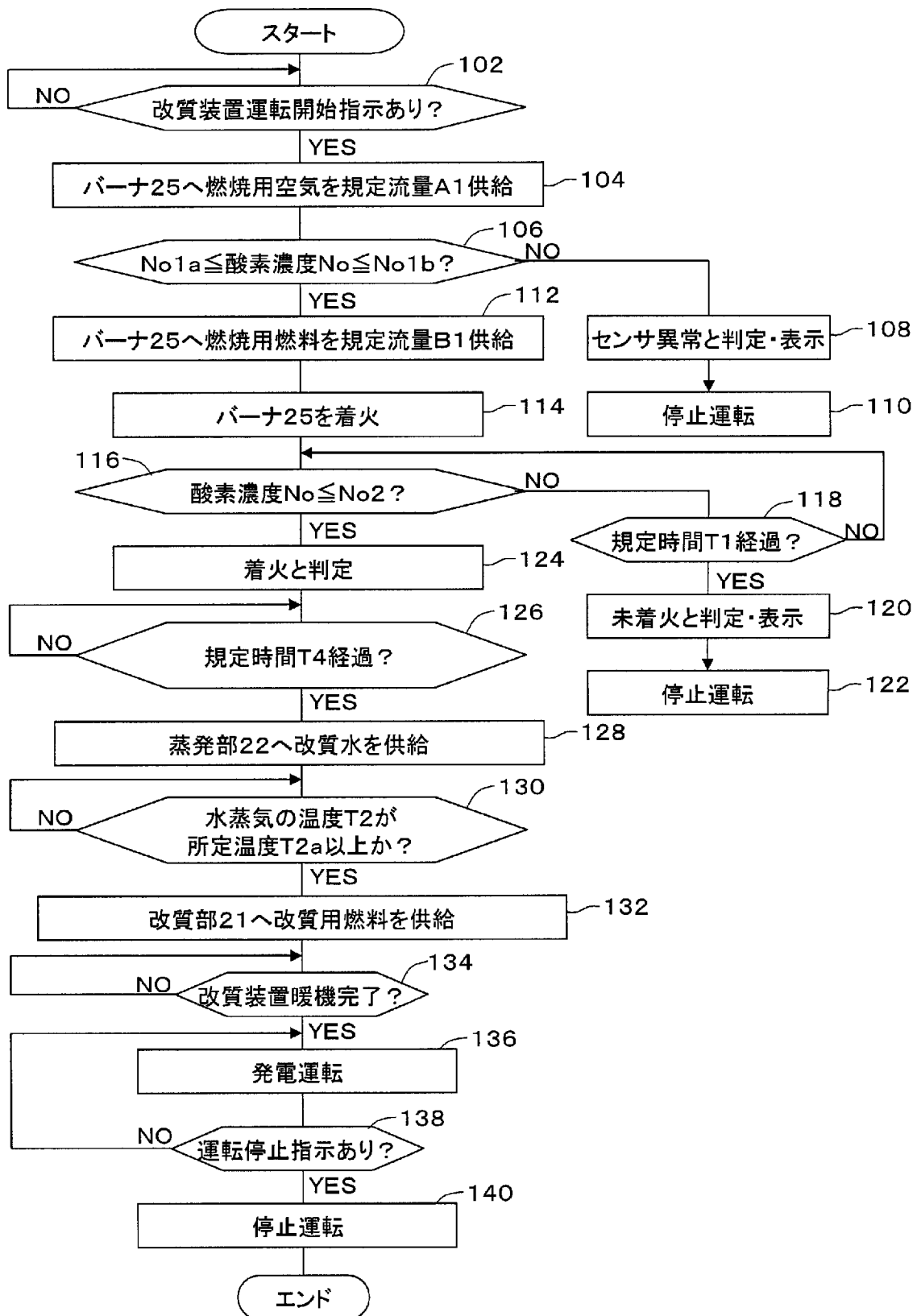
[図1]



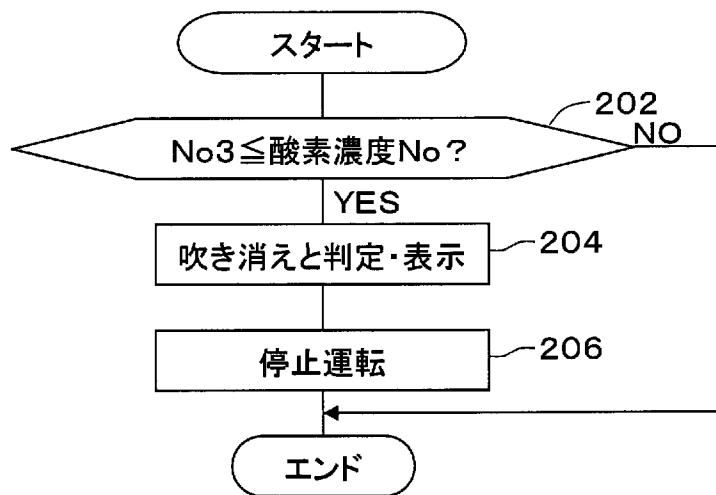
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/054938

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C01B3/38(2006.01)i, H01M8/06(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, H01M8/06

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 1996-2007
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007

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	JP 2004-039420 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 05 February, 2004 (05.02.04), Par. Nos. [0018] to [0031]; Fig. 2 (Family: none)	1-6
X	JP 2005-026059 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 27 January, 2005 (27.01.05), Examples (Family: none)	1-6
X	JP 2000-036313 A (Mitsubishi Electric Corp.), 02 February, 2000 (02.02.00), Par. Nos. [0018] to [0031] (Family: none)	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
09 April, 2007 (09.04.07)

Date of mailing of the international search report
24 April, 2007 (24.04.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

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, H01M8/06(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, H01M8/06

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 1971-2007年
 日本国実用新案登録公報 1996-2007年
 日本国登録実用新案公報 1994-2007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 請求の範囲の番号
X	JP 2004-039420 A (三菱重工業株式会社) 2004.02.05, [0018]-[0031] 図2 (ファミリーなし)	1-6
X	JP 2005-026059 A (松下電器産業株式会社) 2005.01.27, 実施例 (ファミリーなし)	1-6
X	JP 2000-036313 A (三菱電機株式会社) 2000.02.02, [0018]-[0031] (ファミリーなし)	1-6

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 09.04.2007	国際調査報告の発送日 24.04.2007
--------------------------	--------------------------

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) 繁田 えい子 電話番号 03-3581-1101 内線 3416	4G	9342
---	---	----	------