

(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2019-220367  
(P2019-220367A)

(43) 公開日 令和1年12月26日(2019. 12. 26)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 8/0668 (2016. 01)	HO 1 M 8/0668	5 H 1 2 6
HO 1 M 8/0606 (2016. 01)	HO 1 M 8/0606	5 H 1 2 7
HO 1 M 8/0444 (2016. 01)	HO 1 M 8/0444	
HO 1 M 8/04746 (2016. 01)	HO 1 M 8/04746	
HO 1 M 8/0432 (2016. 01)	HO 1 M 8/0432	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2018-117519 (P2018-117519)	(71) 出願人	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(22) 出願日	平成30年6月21日 (2018. 6. 21)	(74) 代理人	100077665 弁理士 千葉 剛宏
		(74) 代理人	100116676 弁理士 宮寺 利幸
		(74) 代理人	100191134 弁理士 千馬 隆之
		(74) 代理人	100136548 弁理士 仲宗根 康晴
		(74) 代理人	100136641 弁理士 坂井 志郎
		(74) 代理人	100180448 弁理士 関口 亨祐

最終頁に続く

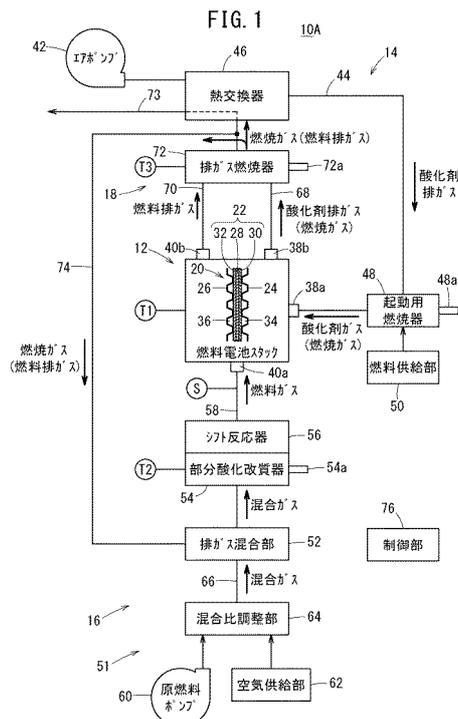
(54) 【発明の名称】 燃料電池システムおよびその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池での炭素析出を抑制することができる燃料電池システムおよびその制御方法を提供する。

【解決手段】 燃料電池システム10Aは、部分酸化改質器54と、燃料電池12と、部分酸化改質器54で生成されて燃料電池スタック12に導入される燃料ガス中のCO濃度を検出するCOセンサSと、部分酸化改質器54に供給される原燃料と空気との混合比を調整する混合比調整部64と、燃料電池スタック12に導入される燃料ガス中の目標CO濃度を設定する目標CO濃度設定部92と、COセンサSで検出されたCO濃度が目標CO濃度になるように混合比調整部64の動作を制御する混合制御部82とを備える。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

原燃料を部分酸化改質して燃料ガスを生成する部分酸化改質器と、  
前記部分酸化改質器で生成された燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応により発電する燃料電池と、  
前記部分酸化改質器で生成されて前記燃料電池に導入される燃料ガス中のCO濃度を検出するCOセンサと、  
前記部分酸化改質器に供給される原燃料と空気との混合比を調整する混合比調整部と、  
前記燃料電池に導入される燃料ガス中の目標CO濃度を設定する目標CO濃度設定部と、  
前記COセンサで検出されたCO濃度が前記目標CO濃度になるように前記混合比調整部の動作を制御する混合制御部と、を備える、燃料電池システム。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 記載の燃料電池システムであって、  
前記燃料電池の温度を検出する燃料電池温度検出部と、  
前記燃料電池の温度と前記燃料電池における炭素析出との関係が規定された炭素析出マップを用いて、前記燃料電池温度検出部で検出された温度から前記燃料電池への炭素析出が開始する燃料ガス中の限界CO濃度を算出する限界CO濃度算出部と、を備え、  
前記目標CO濃度設定部は、前記目標CO濃度を前記限界CO濃度よりも低い濃度に設定する、燃料電池システム。

20

**【請求項 3】**

請求項 2 記載の燃料電池システムであって、  
前記部分酸化改質器の温度を検出する改質器温度検出部と、  
前記部分酸化改質器の温度と前記部分酸化改質器で生成されて前記燃料電池に導入される燃料ガス中のCO濃度と前記混合比との関係が規定された改質マップを用いて、前記改質器温度検出部で検出された温度と前記目標CO濃度とから前記部分酸化改質器に供給される原燃料および空気の目標混合比を算出する目標混合比算出部と、を備え、  
前記混合制御部は、前記混合比が前記目標混合比になるように前記混合比調整部の動作を制御する、燃料電池システム。

30

**【請求項 4】**

請求項 2 または 3 に記載の燃料電池システムであって、  
前記目標CO濃度設定部は、前記目標CO濃度を、前記限界CO濃度よりも低い領域内で最も高いCO濃度に設定する、燃料電池システム。

**【請求項 5】**

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システムであって、  
前記混合制御部は、原燃料に対する空気供給量を変化させることにより前記混合比が調整されるように前記混合比調整部の動作を制御する、燃料電池システム。

**【請求項 6】**

原燃料を部分酸化改質して燃料ガスを生成する部分酸化改質器と、  
前記部分酸化改質器で生成された燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応により発電する燃料電池と、  
前記部分酸化改質器で生成されて前記燃料電池に導入される燃料ガス中のCO濃度を検出するCOセンサと、  
前記部分酸化改質器に供給される原燃料と空気との混合比を調整する混合比調整部と、  
を備えた燃料電池システムの制御方法であって、  
前記燃料電池に導入される燃料ガス中の目標CO濃度を設定する目標CO濃度設定工程と、  
前記COセンサで検出されたCO濃度が前記目標CO濃度になるように前記混合比調整部の動作を制御する混合制御工程と、を行う、燃料電池システムの制御方法。

40

**【請求項 7】**

50

請求項 6 記載の燃料電池システムの制御方法であって、  
 前記燃料電池の温度を検出する燃料電池温度検出工程と、  
 前記燃料電池の温度と前記燃料電池における炭素析出との関係が規定された炭素析出マップを用いて、前記燃料電池温度検出工程で検出された温度から前記燃料電池への炭素析出が開始する燃料ガス中の限界 CO 濃度を算出する限界 CO 濃度算出工程と、を行い、  
 前記目標 CO 濃度設定工程では、前記目標 CO 濃度を前記限界 CO 濃度よりも低い濃度に設定する、燃料電池システムの制御方法。

【請求項 8】

請求項 7 記載の燃料電池システムの制御方法であって、  
 前記部分酸化改質器の温度を検出する改質器温度検出工程と、  
 前記部分酸化改質器の温度と前記部分酸化改質器で生成されて前記燃料電池に導入される燃料ガス中の CO 濃度と前記混合比との関係が規定された改質マップを用いて、前記改質器温度検出工程で検出された温度と前記目標 CO 濃度とから前記部分酸化改質器に供給される原燃料および空気の目標混合比を算出する目標混合比算出工程と、を行い、  
 前記混合制御工程では、前記混合比が前記目標混合比になるように前記混合比調整部の動作を制御する、燃料電池システムの制御方法。

【請求項 9】

請求項 7 または 8 に記載の燃料電池システムの制御方法であって、  
 前記目標 CO 濃度設定工程は、前記目標 CO 濃度を、前記限界 CO 濃度よりも低い領域内で最も高い CO 濃度に設定する、燃料電池システムの制御方法。

【請求項 10】

請求項 6 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システムの制御方法であって、  
 前記混合制御工程では、原燃料に対する空気供給量を変化させることにより前記混合比が調整されるように前記混合比調整部の動作を制御する、燃料電池システムの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、部分酸化改質器を備える燃料電池システムおよびその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、特許文献 1 には、原燃料を部分酸化して燃料ガスを生成する部分酸化改質器と、部分酸化改質器で生成された燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応により発電する燃料電池とを備えた燃料電池システムが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2017 - 183249 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、部分酸化改質器で生成される燃料ガスには、CO（一酸化炭素）が比較的多く含まれる。そのため、燃料電池内には、以下の反応式（いわゆる、ブドワール反応）によって、炭素（C）が析出することがある。



【0005】

本発明は、このような課題を考慮してなされたものであり、燃料電池での炭素析出を抑制することができる燃料電池システムおよびその制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様は、原燃料を部分酸化改質して燃料ガスを生成する部分酸化改質器と、

前記部分酸化改質器で生成された燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応により発電する燃料電池と、前記部分酸化改質器で生成されて前記燃料電池に導入される燃料ガス中のCO濃度を検出するCOセンサと、前記部分酸化改質器に供給される原燃料と空気との混合比を調整する混合比調整部と、前記燃料電池に導入される燃料ガス中の目標CO濃度を設定する目標CO濃度設定部と、前記COセンサで検出されたCO濃度が前記目標CO濃度になるように前記混合比調整部の動作を制御する混合制御部と、を備える、燃料電池システムである。

【0007】

本発明の他の態様は、原燃料を部分酸化改質して燃料ガスを生成する部分酸化改質器と、前記部分酸化改質器で生成された燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応により発電する燃料電池と、前記部分酸化改質器で生成されて前記燃料電池に導入される燃料ガス中のCO濃度を検出するCOセンサと、前記部分酸化改質器に供給される原燃料と空気との混合比を調整する混合比調整部と、を備えた燃料電池システムの制御方法であって、前記燃料電池に導入される燃料ガス中の目標CO濃度を設定する目標CO濃度設定工程と、前記COセンサで検出されたCO濃度が前記目標CO濃度になるように前記混合比調整部の動作を制御する混合制御工程と、を行う、燃料電池システムの制御方法である。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、COセンサで検出されたCO濃度が目標CO濃度になるように部分酸化改質器に供給される原燃料と空気との混合比を調整するため、燃料電池に供給される燃料ガス中のCO濃度を適切に抑えることができる。これにより、燃料電池での炭素析出を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の第1実施形態に係る燃料電池システムの概略構成説明図である。

【図2】図1の制御部のブロック図である。

【図3】図3Aは起動用改質マップの説明図であり、図3Bは発電用改質マップの説明図である。

【図4】図1の燃料電池システムの制御方法を説明する第1のフローチャートである。

【図5】図1の燃料電池システムの制御方法を説明する第2のフローチャートである。

【図6】本発明の第2実施形態に係る燃料電池システムの概略構成説明図である。

【図7】本発明の第3実施形態に係る燃料電池システムの概略構成説明図である。

【図8】本発明の第4実施形態に係る燃料電池システムの概略構成説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明に係る燃料電池システムおよびその制御方法について好適な実施形態を挙げ、添付の図面を参照しながら説明する。

【0011】

(第1実施形態)

図1に示すように、本実施形態に係る燃料電池システム10Aは、定置用の他、車載用などの種々の用途に用いられる。また、燃料電池システム10Aは、いわゆるポータブル発電機として用いることもできる。

【0012】

燃料電池システム10Aは、燃料電池としての燃料電池スタック12、酸化剤ガス供給装置14、燃料ガス供給装置16、および排出装置18を備える。

【0013】

燃料電池スタック12は、互いに積層された複数の単位セル20と、複数の単位セル20の積層方向両端に配設された図示しない一組のエンドプレートとを含む。燃料電池スタック12は、平板積層式で構成された例に限らず、円筒式(チューブ式)で構成されていてもよい。単位セル20は、燃料ガス(水素ガス)と酸化剤ガス(空気)との電気化学反

応により発電する固体酸化物形燃料電池（SOFC：Solid Oxide Fuel Cell）として構成されている。

【0014】

単位セル20は、電解質・電極構造体22と、電解質・電極構造体22を挟持するカソードセパレータ24およびアノードセパレータ26とを有する。カソードセパレータ24とアノードセパレータ26とは、表裏一体のバイポーラセパレータとして構成してもよい。電解質・電極構造体22は、板状の電解質28と、電解質28の一方の面に配設されたカソード電極30と、電解質28の他方の面に配設されたアノード電極32とを含む。電解質28は、例えば、安定化ジルコニアなどの酸化物イオン導電体で構成されている。

【0015】

カソードセパレータ24のうちカソード電極30に対向する面には、酸化剤ガス流路34が形成されている。アノードセパレータ26のうちアノード電極32に対向する面には、燃料ガス流路36が形成されている。

【0016】

燃料電池スタック12には、酸化剤ガス入口38a、酸化剤ガス出口38b、燃料ガス入口40a、および燃料ガス出口40bが設けられる。酸化剤ガス入口38aは、各単位セル20を積層方向に貫通するとともに、酸化剤ガス流路34の供給側に連通する。酸化剤ガス出口38bは、各単位セル20を積層方向に貫通するとともに、酸化剤ガス流路34の排出側に連通する。酸化剤ガス流路34、酸化剤ガス入口38a、および酸化剤ガス出口38bは、カソード流路を構成する。

【0017】

燃料ガス入口40aは、各単位セル20を積層方向に貫通するとともに、燃料ガス流路36の供給側に連通する。燃料ガス出口40bは、各単位セル20を積層方向に貫通するとともに、燃料ガス流路36の排出側に連通する。燃料ガス流路36、燃料ガス入口40aおよび燃料ガス出口40bは、アノード流路を構成する。

【0018】

酸化剤ガス供給装置14は、エアポンプ42と、酸化剤ガス供給路44とを有する。酸化剤ガス供給路44は、エアポンプ42から導出された酸化剤ガス（空気）を燃料電池スタック12の酸化剤ガス入口38aに供給する。酸化剤ガス供給路44には、熱交換器46と、起動用燃焼器48とが設けられている。熱交換器46は、後述する排ガス燃焼器72から導かれた燃焼ガスと酸化剤ガスとで熱交換を行うことにより、酸化剤ガスを加熱する。

【0019】

起動用燃焼器48は、酸化剤ガス供給路44における燃料電池スタック12の酸化剤ガス入口38aの近傍に設けられている。なお、起動用燃焼器48は、酸化剤ガス入口38aに直接設けられていてもよい。起動用燃焼器48は、燃料電池スタック12の起動時に、燃料供給部50から供給された燃料と酸化剤ガスとを燃焼させて燃焼ガスを発生させる。起動用燃焼器48は、イグナイタなどの点火装置48aを含む。燃料供給部50は、例えば、燃料ポンプとして構成される。ただし、起動用燃焼器48に用いられる燃料は、燃料ガス供給装置16を構成する原燃料ポンプ60から供給されてもよい。

【0020】

燃料ガス供給装置16は、原燃料供給装置51、排ガス混合部52、部分酸化改質器54、シフト反応器56、および燃料ガス供給路58を有する。

【0021】

原燃料供給装置51は、原燃料ポンプ60、空気供給部62、混合比調整部64、および混合ガス供給路66を含む。原燃料ポンプ60は、炭化水素を主体とする原燃料（例えば、都市ガス）を混合比調整部64に供給する。空気供給部62は、空気を混合比調整部64に供給する。なお、混合比調整部64に供給される空気は、酸化剤ガス供給装置14を構成するエアポンプ42から供給されてもよい。

【0022】

10

20

30

40

50

混合比調整部 6 4 は、原燃料と空気との混合比を調整する。混合ガス供給路 6 6 は、原燃料と空気とが混合された混合ガスを部分酸化改質器 5 4 に導く。排ガス混合部 5 2 は、混合ガス供給路 6 6 に設けられている。排ガス混合部 5 2 は、後述する燃焼ガス導入路 7 4 から導かれた燃焼ガスを混合ガス供給路 6 6 に導入するエジェクタである。ただし、排ガス混合部 5 2 は、エジェクタに限定されず、ミキサーなどであってもよい。

**【 0 0 2 3 】**

部分酸化改質器 5 4 は、炭化水素を含む原燃料を部分酸化改質して一酸化炭素および水素ガスなどを含む燃料ガス（改質ガス）を生成する。部分酸化改質器 5 4 に使用される部分酸化反応触媒としては、例えば、Pt（白金）、Rh（ロジウム）、およびPd（パラジウム）などが挙げられる。部分酸化改質器 5 4 の温度としては、約 5 0 0 ~ 1 0 0 0 程度が望ましい。部分酸化改質器 5 4 は、イグナイタなどの点火装置 5 4 a を含む。

10

**【 0 0 2 4 】**

シフト反応器 5 6 は、部分酸化改質器 5 4 で生成された燃料ガス中の一酸化炭素と水蒸気とをシフト反応させることにより二酸化炭素と水素ガスを生成する。シフト反応器 5 6 は、部分酸化改質器 5 4 に一体的に設けられている。なお、シフト反応器 5 6 は、部分酸化改質器 5 4 に対して連続していれば部分酸化改質器 5 4 に対して一体に設けられていなくてもよい。燃料ガス供給路 5 8 は、シフト反応器 5 6 から燃料電池スタック 1 2 の燃料ガス入口 4 0 a に燃料ガスを供給する。

**【 0 0 2 5 】**

排出装置 1 8 は、酸化剤ガス排出路 6 8、燃料ガス排出路 7 0、排ガス燃焼器 7 2、および燃焼ガス導出路 7 3 を有する。

20

**【 0 0 2 6 】**

酸化剤ガス排出路 6 8 は、燃料電池スタック 1 2 の酸化剤ガス出口 3 8 b と排ガス燃焼器 7 2 とを互いに連結する。酸化剤ガス排出路 6 8 は、カソード電極 3 0 で少なくとも一部が使用された酸化剤ガスである酸化剤排ガスを燃料電池スタック 1 2 から排ガス燃焼器 7 2 に導く。

**【 0 0 2 7 】**

燃料ガス排出路 7 0 は、燃料電池スタック 1 2 の燃料ガス出口 4 0 b と排ガス燃焼器 7 2 とを互いに連結する。燃料ガス排出路 7 0 は、アノード電極 3 2 で少なくとも一部が使用された燃料ガスである燃料排ガスを燃料電池スタック 1 2 から排ガス燃焼器 7 2 に導く。

30

**【 0 0 2 8 】**

排ガス燃焼器 7 2 は、酸化剤ガス排出路 6 8 から導かれた酸化剤排ガスと燃料ガス排出路 7 0 から導かれた燃料排ガスを燃焼させて燃焼ガスを発生させる。排ガス燃焼器 7 2 は、イグナイタなどの点火装置 7 2 a を含む。なお、排ガス燃焼器 7 2 は、酸化剤排ガスと燃料排ガスを自己着火させてもよい。この場合、点火装置 7 2 a を省略することができる。

**【 0 0 2 9 】**

燃焼ガス導出路 7 3 は、排ガス燃焼器 7 2 から導かれた燃焼ガスを、熱交換器 4 6 を介して大気に排出する。燃焼ガス導出路 7 3 における熱交換器 4 6 よりも上流側には、燃焼ガス導入路 7 4 の一端が連結されている。燃焼ガス導入路 7 4 の他端は、排ガス混合部 5 2 に連結されている。燃焼ガス導入路 7 4 は、起動用燃焼器 4 8 で発生して燃料電池スタック 1 2 を流通した水蒸気を含む燃焼ガスをシフト反応器 5 6 に導く。

40

**【 0 0 3 0 】**

燃料電池システム 1 0 A は、燃料電池温度検出部 T 1、改質器温度検出部 T 2、排ガス燃焼器温度検出部 T 3、CO センサ S、および制御部 7 6 をさらに備える。

**【 0 0 3 1 】**

燃料電池温度検出部 T 1 は、燃料電池スタック 1 2 の温度を検出する。改質器温度検出部 T 2 は、部分酸化改質器 5 4 の温度を検出する。排ガス燃焼器温度検出部 T 3 は、排ガス燃焼器 7 2 の温度を検出する。CO センサ S は、燃料ガス供給路 5 8 に設けられている

50

。COセンサSは、燃料ガス供給路58を流通する燃料ガス（部分酸化改質器54で生成された燃料ガス）中のCO濃度（一酸化炭素濃度）を検出する。

【0032】

制御部76は、マイクロコンピュータを含む計算機であり、CPU（中央処理装置）、メモリであるROM、RAM、などを有しており、CPUがROMに記憶されているプログラムを読み出し実行することで各種機能実現部（機能実現手段）として機能する。なお、各種機能実現部は、ハードウェアとしての機能実現器により構成することもできる。制御部76は、エアポンプ42、原燃料ポンプ60、空気供給部62との駆動を制御する。

【0033】

図2に示すように、制御部76は、燃焼制御部80、混合制御部82、改質制御部84、判定部86、記憶部88、限界CO濃度算出部90、目標CO濃度設定部92、および目標混合比算出部94を有する。

10

【0034】

燃焼制御部80は、燃料供給部50から起動用燃焼器48への燃料の供給を制御する。燃焼制御部80は、起動用燃焼器48の点火装置48aの点火と排ガス燃焼器72の点火装置72aの点火についても制御する。混合制御部82は、混合比調整部64の駆動を制御する。改質制御部84は、部分酸化改質器54の点火装置54aの点火を制御する。判定部86は、起動用燃焼器48で発生した燃焼ガスがシフト反応器56に到達したか否かを判定する。

【0035】

記憶部88には、炭素析出マップ96、起動用改質マップ98a、および発電用改質マップ98bが予め記憶されている。炭素析出マップ96は、燃料電池スタック12の温度と燃料電池スタック12における炭素析出との関係が規定されたマップである。具体的には、炭素析出マップ96としては、例えば、燃料電池スタック12の温度に対する炭素析出リスクの変化を示すグラフが用いられる。このグラフは、燃料ガス（改質ガス）の組成の違いに応じて複数用意される。

20

【0036】

起動用改質マップ98aは、部分酸化改質器54の温度と、部分酸化改質器54で生成される燃料ガス中のCO濃度と、部分酸化改質器54に供給される原燃料と空気との混合比との関係が規定されたマップである。

30

【0037】

具体的には、図3Aに示すように、起動用改質マップ98aとしては、混合比（炭素に対する酸素の割合である $O_2/C$ ）が互いに異なる複数（例えば、 $n$ 個）のグラフが用いられる。各グラフは、部分酸化改質器54の温度に対するCO濃度の変化を示している。換言すれば、各グラフにおいて、横軸は部分酸化改質器54の温度を示し、縦軸はCO濃度を示している。

【0038】

図3Aに示すように、起動用改質マップ98aでは、例えば、部分酸化改質器54の温度が $T_a$ である場合、 $O_2/C = 1$ の時にCO濃度は $C_1$ になり、 $O_2/C = n$ の時にCO濃度は $C_n$ になる。図3Aの例では、 $n$ は1よりも大きく、 $C_n$ は $C_1$ よりも小さい。すなわち、起動用改質マップ98aは、部分酸化改質器54の温度が一定であれば、混合比（ $O_2/C$ ）が大きくなるほど、CO濃度は低下する。

40

【0039】

発電用改質マップ98bは、部分酸化改質器54の温度と、部分酸化改質器54で生成される燃料ガス中のCO濃度と、部分酸化改質器54に供給される原燃料と空気との混合比との関係が規定されたマップである。

【0040】

具体的には、図3Bに示すように、発電用改質マップ98bとしては、混合比（炭素に対する酸素の割合である $O_2/C$ ）が互いに異なる複数（例えば、 $n$ 個）のグラフが用いられる。各グラフは、部分酸化改質器54の温度に対するCO濃度の変化を示している。

50

換言すれば、各グラフにおいて、横軸は部分酸化改質器 5 4 の温度を示し、縦軸は C O 濃度を示している。

【 0 0 4 1 】

図 3 B に示すように、発電用改質マップ 9 8 b では、例えば、部分酸化改質器 5 4 の温度が T a である場合、 $O_2 / C = 1$  の時に C O 濃度は C 1 になり、 $O_2 / C = n$  の時に C O 濃度は C n になる。図 3 B の例では、n は 1 よりも大きく、C n は C 1 よりも小さい。すなわち、発電用改質マップ 9 8 b は、部分酸化改質器 5 4 の温度が一定であれば、混合比 ( $O_2 / C$ ) が大きくなるほど、C O 濃度は低下する。なお、1 は、起動用改質マップ 9 8 a の 1 よりも小さい。

【 0 0 4 2 】

本実施形態では、燃料電池スタック 1 2 の起動時には、燃料電池スタック 1 2 の発電により発生する水分がシフト反応器 5 6 に導入されず、起動用燃焼器 4 8 で発生した燃焼ガス中の水分がシフト反応器 5 6 に導入される。一方、燃料電池スタック 1 2 の発電時には、発電により発生する水分がシフト反応器 5 6 に導入される。すなわち、燃料電池スタック 1 2 の起動時と発電時とでシフト反応器 5 6 に導入される水分量が異なる。そして、部分酸化改質器 5 4 とシフト反応器 5 6 とによって生成される燃料ガス中の C O 濃度は、シフト反応器 5 6 に導入される水分量に応じて変化する。そのため、本実施形態では、起動用改質マップ 9 8 a と発電用改質マップ 9 8 b の 2 種類のマップが用意される。

【 0 0 4 3 】

なお、起動用改質マップ 9 8 a および発電用改質マップ 9 8 b のそれぞれは、図 3 A および図 3 B に示すような複数のグラフでなくてもよい。例えば、起動用改質マップ 9 8 a および発電用改質マップ 9 8 b としては、部分酸化改質器 5 4 の温度が互いに異なる複数のグラフを用いてもよい。この場合、各グラフにおいて、横軸は混合比 ( $O_2 / C$ ) になり縦軸は C O 濃度になる。

【 0 0 4 4 】

図 2 において、限界 C O 濃度算出部 9 0 は、炭素析出マップ 9 6 を用いて燃料電池スタック 1 2 への炭素析出が開始する燃料ガス中の限界 C O 濃度を算出する。目標 C O 濃度設定部 9 2 は、燃料ガス中の目標 C O 濃度を限界 C O 濃度よりも小さい濃度に設定する。目標混合比算出部 9 4 は、起動用改質マップ 9 8 a または発電用改質マップ 9 8 b を用いて、改質器温度検出部 T 2 で検出された温度と目標 C O 濃度とから部分酸化改質器 5 4 に供給される原燃料と空気との目標混合比 (目標  $O_2 / C$ ) を算出する。

【 0 0 4 5 】

次に、燃料電池システム 1 0 A の制御方法について、以下に説明する。

【 0 0 4 6 】

燃料電池システム 1 0 A を起動する際、図 4 のステップ S 1 において、制御部 7 6 は、エアポンプ 4 2 を駆動して酸化剤ガス供給路 4 4 に酸化剤ガスを供給する。エアポンプ 4 2 から酸化剤ガス供給路 4 4 に供給された酸化剤ガスは、熱交換器 4 6 を介して起動用燃焼器 4 8 に導かれる。

【 0 0 4 7 】

また、ステップ S 2 において、制御部 7 6 は、原燃料ポンプ 6 0 を駆動して混合比調整部 6 4 に原燃料を供給するとともに空気供給部 6 2 を駆動して混合比調整部 6 4 に空気を供給する。混合比調整部 6 4 では、原燃料と空気とが混合される。

【 0 0 4 8 】

続いて、ステップ S 3 (燃焼工程) において、燃焼制御部 8 0 は、起動用燃焼器 4 8 の燃焼を開始する。具体的には、燃焼制御部 8 0 は、燃料供給部 5 0 から起動用燃焼器 4 8 への燃料供給を開始するとともに起動用燃焼器 4 8 の点火装置 4 8 a を点火させる。

【 0 0 4 9 】

そうすると、起動用燃焼器 4 8 では、酸化剤ガスと燃料とが混合されるとともに点火装置 4 8 a によって着火されるため、燃焼ガスが発生する。この燃焼ガスは、水蒸気を含んでいる。起動用燃焼器 4 8 で発生した燃焼ガスは、燃料電池スタック 1 2 の酸化剤ガス入

10

20

30

40

50

口 3 8 a および酸化剤ガス流路 3 4 を介して酸化剤ガス出口 3 8 b に導かれる。これにより、燃料電池スタック 1 2 が昇温される。

【 0 0 5 0 】

燃料電池スタック 1 2 の酸化剤ガス出口 3 8 b から導出された燃焼ガスは、酸化剤ガス排出路 6 8 および排ガス燃焼器 7 2 を介して燃焼ガス導出路 7 3 に導かれる。燃焼ガス導出路 7 3 に導かれた燃焼ガスは、熱交換器 4 6 よりも上流側で燃焼ガス導入路 7 4 に分岐する。熱交換器 4 6 では、燃焼ガスの熱が酸化剤ガス供給路 4 4 を流通する酸化剤ガスに伝達される。熱交換器 4 6 を流通した燃焼ガスは、燃焼ガス導出路 7 3 における熱交換器 4 6 よりも下流側に導出される。燃焼ガス導入路 7 4 に導かれた燃焼ガスは、排ガス混合部 5 2 に導かれる。排ガス混合部 5 2 で混合ガスに導入された燃焼ガスは、混合ガスとともに、混合ガス供給路 6 6 を介して部分酸化改質器 5 4 とシフト反応器 5 6 とに導かれる。これにより、燃焼ガスに含まれる水蒸気がシフト反応器 5 6 に供給されることとなる。

10

【 0 0 5 1 】

この際、ステップ S 4 ( 判定工程 ) において、判定部 8 6 は、起動用燃焼器 4 8 で発生した燃焼ガスがシフト反応器 5 6 に到達したか否かを判定する。具体的には、判定部 8 6 は、排ガス燃焼器 7 2 の昇温が開始されていない場合には燃焼ガスがシフト反応器 5 6 に到達していないと判定し、排ガス燃焼器 7 2 の昇温が開始された場合に燃焼ガスがシフト反応器 5 6 に到達したと判定する。排ガス燃焼器 7 2 の昇温が開始されたか否かは、排ガス燃焼器温度検出部 T 3 で検出された温度に基づいて判定部 8 6 が判定する。

【 0 0 5 2 】

燃焼ガスがシフト反応器 5 6 に到達していないと判定部 8 6 によって判定された場合 ( ステップ S 4 : N O ) 、ステップ S 4 の処理を繰り返し行う。燃焼ガスがシフト反応器 5 6 に到達したと判定部 8 6 によって判定された場合 ( ステップ S 4 : Y E S ) 、ステップ S 5 ( 改質工程 ) において、改質制御部 8 4 は、部分酸化改質器 5 4 の点火装置 5 4 a を点火させる。

20

【 0 0 5 3 】

これにより、部分酸化改質器 5 4 では、原燃料が部分酸化改質されることにより燃料ガス ( 一酸化炭素と水素を含むガス ) が生成される。部分酸化改質器 5 4 で生成された燃料ガスは、シフト反応器 5 6 に導かれる。

【 0 0 5 4 】

そして、ステップ S 6 ( シフト反応工程 ) において、シフト反応器 5 6 で燃料ガス中の一酸化炭素と燃焼ガス中の水蒸気とがシフト反応されることにより二酸化炭素と水素ガスが生成される。シフト反応器 5 6 から導出された燃料ガス ( 水素ガスなど ) は、燃料ガス入口 4 0 a から燃料ガス流路 3 6 に導かれる。

30

【 0 0 5 5 】

部分酸化改質器 5 4 で生成された燃焼ガスは、燃料電池スタック 1 2 および燃料ガス排出路 7 0 を介して排ガス燃焼器 7 2 に導かれる。そして、ステップ S 7 ( 排ガス燃焼工程 ) において、燃焼制御部 8 0 は、排ガス燃焼器 7 2 の点火装置 7 2 a を点火する。これにより、排ガス燃焼器 7 2 に導かれた燃料ガスが着火されて燃焼ガスが発生する。排ガス燃焼器 7 2 で発生した燃焼ガスは、燃焼ガス導出路 7 3 を介して燃焼ガス導入路 7 4 と熱交換器 4 6 とに導かれる。

40

【 0 0 5 6 】

部分酸化改質器 5 4 の点火装置 5 4 a の起動後は、ステップ S 8 において、起動時炭素析出抑制制御が行われる。具体的には、図 5 のステップ S 2 0 ( 燃料電池温度検出工程 ) において、燃料電池温度検出部 T 1 は、燃料電池スタック 1 2 の温度を検出する。次いで、ステップ S 2 1 ( 限界 C O 濃度算出工程 ) において、限界 C O 濃度算出部 9 0 は、燃料電池温度検出部 T 1 で検出された温度と炭素析出マップ 9 6 とを用いて限界 C O 濃度を算出する。つまり、限界 C O 濃度算出部 9 0 は、燃料電池温度検出部 T 1 で検出された燃料電池スタック 1 2 の温度において、燃料電池スタック 1 2 に炭素が析出する C O 濃度の下限値を限界 C O 濃度として炭素析出マップ 9 6 を用いて算出する

50

## 【 0 0 5 7 】

その後、ステップ S 2 2 (改質器温度検出工程)において、改質器温度検出部 T 2 は、部分酸化改質器 5 4 の温度を検出する。そして、ステップ S 2 3 (CO 濃度検出工程)において、CO センサ S は、燃料ガス供給路 5 8 を流通する燃料ガス中の現在の CO 濃度を検出する。

## 【 0 0 5 8 】

続いて、ステップ S 2 4 (目標 CO 濃度設定工程)において、目標 CO 濃度設定部 9 2 は、目標 CO 濃度を限界 CO 濃度よりも低い領域内で最も高い CO 濃度に設定する。ただし、目標 CO 濃度設定部 9 2 は、目標 CO 濃度を限界 CO 濃度よりも低い範囲内であればどのように設定してもよい。

## 【 0 0 5 9 】

次いで、ステップ S 2 5 (目標混合比算出工程)において、目標混合比算出部 9 4 は、改質器温度検出部 T 2 で検出された温度と目標 CO 濃度と起動用改質マップ 9 8 a とを用いて目標混合比を算出する。つまり、図 3 A の例では、部分酸化改質器 5 4 が温度 T a で目標 CO 濃度が C n であったとすると、起動用算出マップを用いて算出される目標混合比 (O<sub>2</sub>/C) は n となる。

## 【 0 0 6 0 】

その後、図 5 のステップ S 2 6 (混合制御工程)において、混合制御部 8 2 は、CO センサ S で検出された CO 濃度が目標 CO 濃度になるように混合比調整部 6 4 の動作を制御する。すなわち、混合制御部 8 2 は、原燃料と空気の混合比が目標混合比になるように混合比調整部 6 4 の動作を制御する。

## 【 0 0 6 1 】

続いて、図 4 のステップ S 9 において、制御部 7 6 は、燃料電池スタック 1 2 の起動が完了したか否かを判定する。

## 【 0 0 6 2 】

燃料電池スタック 1 2 の起動が完了していないと制御部 7 6 によって判定された場合 (ステップ S 9 : N O )、ステップ S 8 の起動時炭素析出抑制制御が再度行われる。

## 【 0 0 6 3 】

燃料電池スタック 1 2 の起動が完了したと制御部 7 6 によって判定された場合 (ステップ S 9 : Y E S )、ステップ S 1 0 (燃焼停止工程)において、燃焼制御部 8 0 は、燃料供給部 5 0 から起動用燃焼器 4 8 への燃料の供給を停止する。

## 【 0 0 6 4 】

その後、ステップ S 1 1 において、燃料電池スタック 1 2 の発電が開始される。すなわち、酸化剤ガス供給路 4 4 を流通する酸化剤ガスは、燃料電池スタック 1 2 の酸化剤ガス入口 3 8 a に供給される。酸化剤ガスは、酸化剤ガス入口 3 8 a から酸化剤ガス流路 3 4 に導入され、酸化剤ガス流路 3 4 に沿って移動することにより電解質・電極構造体 2 2 のカソード電極 3 0 に供給される。

## 【 0 0 6 5 】

一方、燃料ガス供給路 5 8 を流通する燃料ガスは、燃料電池スタック 1 2 の燃料ガス入口 4 0 a に供給される。燃料ガスは、燃料ガス入口 4 0 a から燃料ガス流路 3 6 に導入され、燃料ガス流路 3 6 に沿って移動することにより電解質・電極構造体 2 2 のアノード電極 3 2 に供給される。

## 【 0 0 6 6 】

したがって、各電解質・電極構造体 2 2 では、カソード電極 3 0 に供給される酸化剤ガス中の酸素とアノード電極 3 2 に供給される燃料ガス中の水素ガスとが電気化学反応により消費されて発電が開始される。この発電の際に水分が発生する。

## 【 0 0 6 7 】

カソード電極 3 0 に供給されて一部が消費された酸化剤ガスは、水分とともに酸化剤排ガスとして酸化剤ガス排出路 6 8 を介して排ガス燃焼器 7 2 に導かれる。アノード電極 3 2 に供給されて一部が消費された燃料ガスは、水分とともに燃料排ガスとして燃料ガス排

出路 70 を介して排ガス燃焼器 72 に導かれる。

【0068】

そして、排ガス燃焼器 72 では、酸化剤排ガスと燃料排ガスとが着火されて燃焼ガスが発生する。排ガス燃焼器 72 で発生した燃焼ガスは、燃焼ガス導出路 73 を介して燃焼ガス導入路 74 と熱交換器 46 とに導かれる。熱交換器 46 では、燃焼ガスの熱が酸化剤ガス供給路 44 の酸化剤ガスに伝達される。

【0069】

燃焼ガス導出路 73 における熱交換器 46 よりも上流側から燃焼ガス導入路 74 に導かれた燃焼ガスの一部は、排ガス混合部 52、部分酸化改質器 54、シフト反応器 56、および燃料ガス供給路 58 を介して燃料電池スタック 12 に導かれる。すなわち、燃焼ガス導入路 74 に導かれた燃焼ガス中の水分は、シフト反応器 56 でシフト反応に使用される。燃焼ガス導入路 74 に導かれなかった残余の燃焼ガスは、燃焼ガス導出路 73 を介して大気に排出される。

【0070】

燃料電池スタック 12 の発電中は、ステップ S12 において、発電時炭素析出抑制制御が行われる。図 5 に示すように、発電時炭素析出抑制制御では、燃料電池温度検出工程（ステップ S30）、限界 CO 濃度算出工程（ステップ S31）、改質器温度検出工程（ステップ S32）、CO 濃度検出工程（ステップ S33）、目標 CO 濃度設定工程（ステップ S34）、目標混合比算出工程（ステップ S35）、および混合制御工程（ステップ S36）を行う。

【0071】

発電時炭素析出抑制制御のステップ S30～ステップ S34 およびステップ S36 は、起動時炭素析出抑制制御のステップ S20～ステップ S24 およびステップ S26 と同じ処理を行う。発電時炭素析出抑制制御の目標混合比算出工程（ステップ S35）では、目標混合比算出部 94 が、改質器温度検出部 T2 で検出された温度と目標 CO 濃度と発電用改質マップ 98b とを用いて目標混合比を算出する。すなわち、ステップ S35 の目標混合比算出工程では、起動用改質マップ 98a ではなく発電用改質マップ 98b を用いる点以外は、上述したステップ S25 の目標混合比算出工程と同様の処理が行われる。

【0072】

発電時炭素析出抑制制御の後（ステップ S36 の後）、図 4 のステップ S13 において、制御部 76 は、燃料電池スタック 12 の発電停止信号を受信したか否かを判定する。燃料電池スタック 12 の発電停止信号を受信していないと制御部 76 によって判定された場合（ステップ S13：NO）には、ステップ S12 の発電時炭素析出抑制制御が再度行われる。燃料電池スタック 12 の発電停止信号を受領したと制御部 76 によって判定された場合（ステップ S13：YES）には、ステップ S14 において、制御部 76 は、発電を停止する。そして、今回のフローチャートは終了する。

【0073】

この燃料電池システム 10A および燃料電池システム 10A の制御方法は、以下の効果を奏する。

【0074】

本実施形態によれば、燃料電池（燃料電池スタック 12）の起動時に、起動用燃焼器 48 で発生した燃焼ガスによって燃料電池（燃料電池スタック 12）を昇温させることができる。また、燃焼ガス中の水蒸気を用いてシフト反応させることができるため、シフト反応器 56 によって燃料ガス中の CO 濃度を効率的に低下させることができる。したがって、燃料電池（燃料電池スタック 12）での炭素析出を抑制した状態で燃料電池（燃料電池スタック 12）を迅速に起動することができる。

【0075】

部分酸化改質器 54 は、点火装置 54a を有し、燃料電池システム 10A は、点火装置 54a の点火を制御する改質制御部 84 を備える。改質制御部 84 は、燃料電池（燃料電池スタック 12）の起動時に、燃焼ガスがシフト反応器 56 に到達するまで点火装置 54

10

20

30

40

50

aを点火させず、燃焼ガスがシフト反応器56に到達した時に点火装置54aを点火させる。

【0076】

また、燃料電池システム10Aの制御方法において、改質工程では、燃料電池（燃料電池スタック12）の起動時に、燃焼ガスがシフト反応器56に到達するまで部分酸化改質器54の点火装置54aを点火させず、燃焼ガスがシフト反応器56に到達した時に点火装置54aを点火させる。

【0077】

このような構成および方法によれば、燃料電池（燃料電池スタック12）の起動時に燃焼ガスがシフト反応器56に到達する前に、部分酸化改質器54で一酸化炭素が生成されることを抑制できる。これにより、燃料電池（燃料電池スタック12）での炭素析出を一層抑制できる。また、燃焼ガスがシフト反応器56に到達した時に点火装置54aを点火させるため、部分酸化改質器54によって燃料ガスを効率的に生成することができる。

【0078】

燃料電池システム10Aは、起動用燃焼器48に燃料を供給するための燃料供給部50と、燃料供給部50から起動用燃焼器48への燃料供給を制御する燃焼制御部80と、を備える。燃焼制御部80は、燃料電池スタック12の起動が完了するまで燃料供給部50から起動用燃焼器48への燃料供給を継続し、燃料電池スタック12の起動が完了した時に燃料供給部50から起動用燃焼器48への燃料供給を停止する。

【0079】

燃料電池システム10Aの制御方法において、燃焼工程では、燃料電池（燃料電池スタック12）の起動が完了するまで燃料供給部50から起動用燃焼器48への燃料供給を継続し、燃料電池（燃料電池スタック12）の起動が完了した時に燃料供給部50から起動用燃焼器48への燃料供給を停止する燃焼停止工程を行う。

【0080】

このような構成および方法によれば、燃料電池（燃料電池スタック12）の起動完了後直ぐに燃料電池（燃料電池スタック12）の発電を開始することができる。

【0081】

燃料電池システム10Aは、燃料電池（燃料電池スタック12）を流通した燃焼ガスが導かれる燃焼ガス導出路73と、燃焼ガス導出路73を流通する燃焼ガスと酸化剤ガス供給路44を流通する酸化剤ガスとの間で熱交換する熱交換器46と、を備える。燃焼ガス導入路74は、燃焼ガス導出路73における熱交換器46よりも上流側に連結されている。

【0082】

このような構成によれば、燃料電池（燃料電池スタック12）の起動時に、起動用燃焼器48で発生した燃焼ガスによって酸化剤ガスを効率的に加熱することができる。

【0083】

燃料電池システム10Aは、原燃料と酸化剤ガスとの混合ガスを部分酸化改質器54に供給する混合ガス供給路66と、混合ガス供給路66に設けられた排ガス混合部52と、を備える。燃焼ガス導入路74は、排ガス混合部52に連結されている。

【0084】

このような構成によれば、簡易な構成により燃焼ガスをシフト反応器56に導くことができる。

【0085】

本実施形態によれば、COセンサ5で検出されたCO濃度が目標CO濃度になるように部分酸化改質器54に供給される原燃料と空気との混合比を調整するため、燃料電池（燃料電池スタック12）に供給される燃料ガス中のCO濃度を適切に抑えることができる。これにより、燃料電池（燃料電池スタック12）での炭素析出を抑制することができる。

【0086】

燃料電池システム10Aは、燃料電池（燃料電池スタック12）の温度を検出する燃料

10

20

30

40

50

電池温度検出部 T 1 と、燃料電池（燃料電池スタック 1 2）の温度と燃料電池（燃料電池スタック 1 2）における炭素析出との関係が規定された炭素析出マップ 9 6 を用いて、燃料電池温度検出部 T 1 で検出された温度から燃料電池（燃料電池スタック 1 2）への炭素析出が開始する燃料ガス中の限界 CO 濃度を算出する限界 CO 濃度算出部 9 0 と、を備える。目標 CO 濃度設定部 9 2 は、目標 CO 濃度を限界 CO 濃度よりも低い濃度に設定する。

【 0 0 8 7 】

燃料電池システム 1 0 A の制御方法では、燃料電池（燃料電池スタック 1 2）の温度を検出する燃料電池温度検出工程と、燃料電池（燃料電池スタック 1 2）の温度と燃料電池（燃料電池スタック 1 2）における炭素析出との関係が規定された炭素析出マップ 9 6 を用いて、燃料電池温度検出工程で検出された温度から燃料電池（燃料電池スタック 1 2）への炭素析出が開始する燃料ガス中の限界 CO 濃度を算出する限界 CO 濃度算出工程と、を行う。目標 CO 濃度設定工程では、目標 CO 濃度を限界 CO 濃度よりも低い濃度に設定する。

10

【 0 0 8 8 】

このような構成および方法によれば、燃料電池（燃料電池スタック 1 2）での炭素析出を確実に抑制することができる。

【 0 0 8 9 】

燃料電池システム 1 0 A は、部分酸化改質器 5 4 の温度を検出する改質器温度検出部 T 2 と、部分酸化改質器 5 4 の温度と部分酸化改質器 5 4 で生成されて燃料電池（燃料電池スタック 1 2）に導入される燃料ガス中の CO 濃度と混合比との関係が規定された改質マップ（発電用改質マップ 9 8 b）を用いて、改質器温度検出部 T 2 で検出された温度と目標 CO 濃度とから部分酸化改質器 5 4 に供給される原燃料および空気の目標混合比を算出する目標混合比算出部 9 4 と、を備える。混合制御部 8 2 は、混合比が目標混合比になるように混合比調整部 6 4 の動作を制御する。

20

【 0 0 9 0 】

燃料電池システム 1 0 A の制御方法では、部分酸化改質器 5 4 の温度を検出する改質器温度検出工程と、部分酸化改質器 5 4 の温度と部分酸化改質器 5 4 で生成されて燃料電池（燃料電池スタック 1 2）に導入される燃料ガス中の CO 濃度と混合比との関係が規定された改質マップ（発電用改質マップ 9 8 b）を用いて、改質器温度検出工程で検出された温度と目標 CO 濃度とから部分酸化改質器 5 4 に供給される原燃料および空気の目標混合比を算出する目標混合比算出工程と、を行う。混合制御工程では、混合比が目標混合比になるように混合比調整部 6 4 の動作を制御する。

30

【 0 0 9 1 】

このような構成および方法によれば、燃料電池（燃料電池スタック 1 2）に供給される燃料ガス中の CO 濃度を精度よく目標 CO 濃度にすることができる。

【 0 0 9 2 】

燃料電池システム 1 0 A において、目標 CO 濃度設定部 9 2 は、目標 CO 濃度を、限界 CO 濃度よりも低い領域内で最も高い CO 濃度に設定する。また、目標 CO 濃度設定工程は、目標 CO 濃度を、限界 CO 濃度よりも低い領域内で最も高い CO 濃度に設定する。このような構成および方法によれば、燃料電池（燃料電池スタック 1 2）の発電効率を高く保つことができる。

40

【 0 0 9 3 】

混合制御部 8 2 は、原燃料に対する空気供給量を変化させることにより混合比が調整されるように混合比調整部 6 4 の動作を制御する。混合制御工程では、原燃料に対する空気供給量を変化させることにより混合比が調整されるように混合比調整部 6 4 の動作を制御する。このような構成および方法によれば、原燃料供給量を少なくすることなく混合比を調整することができるため、燃料電池（燃料電池スタック 1 2）に供給される燃料ガス中の燃料成分（水素ガス）の量が減少することを抑えることができる。そのため、燃料電池（燃料電池スタック 1 2）を効率的に運転させることができる。

50

## 【 0 0 9 4 】

## ( 第 2 実施形態 )

次に、本発明の第 2 実施形態に係る燃料電池システム 1 0 B について説明する。なお、第 2 実施形態に係る燃料電池システム 1 0 B において、上述した第 1 実施形態に係る燃料電池システム 1 0 A の構成要素と同一の構成要素には同一の参照符号を付し、その詳細な説明は省略する。第 2 実施形態に係る燃料電池システム 1 0 B では、第 1 実施形態に係る燃料電池システム 1 0 A と同様の構成については、同様の作用効果を奏する。後述する第 3 実施形態および第 4 実施形態についても同様である。

## 【 0 0 9 5 】

図 6 に示すように、第 2 実施形態に係る燃料電池システム 1 0 B は、燃料ガス排出路 7 0 と排ガス混合部 5 2 とを結ぶ燃料排ガス循環路 1 0 0 を備える点で上述した燃料電池システム 1 0 A と異なる。この場合、燃料電池スタック 1 2 から燃料ガス排出路 7 0 に排出された燃料排ガスの一部が燃料排ガス循環路 1 0 0 を介して排ガス混合部 5 2 に導かれ、燃料電池スタック 1 2 で再利用される。

10

## 【 0 0 9 6 】

このような構成によれば、燃料排ガスを燃料電池（燃料電池スタック 1 2 ）の燃料ガスとして用いることができるため、燃料電池（燃料電池スタック 1 2 ）の発電効率を向上させることができる。

## 【 0 0 9 7 】

## ( 第 3 実施形態 )

次に、第 3 実施形態に係る燃料電池システム 1 0 C について説明する。なお、第 3 実施形態に係る燃料電池システム 1 0 C において、上述した第 1 実施形態に係る燃料電池システム 1 0 A の構成要素と同一の構成要素には同一の参照符号を付し、その詳細な説明は省略する。

20

## 【 0 0 9 8 】

図 7 に示すように、第 3 実施形態に係る燃料電池システム 1 0 C は、燃料ガス排出路 7 0 と燃焼ガス導入路 7 4 とを互いに結ぶ燃料排ガス循環路 1 0 2 を備える点で上述した燃料電池システム 1 0 A と異なる。この場合、燃料電池スタック 1 2 から燃料ガス排出路 7 0 に排出された燃料排ガスの一部が燃料排ガス循環路 1 0 2 と燃焼ガス導入路 7 4 を介して排ガス混合部 5 2 に導かれ、燃料電池スタック 1 2 で再利用される。このような構成によれば、上述した第 2 実施形態と同様の効果を奏する。

30

## 【 0 0 9 9 】

## ( 第 4 実施形態 )

次に、本発明の第 4 実施形態に係る燃料電池システム 1 0 D について説明する。なお、第 4 実施形態に係る燃料電池システム 1 0 D において、上述した第 3 実施形態に係る燃料電池システム 1 0 C の構成要素と同一の構成要素には同一の参照符号を付し、その詳細な説明は省略する。

## 【 0 1 0 0 】

図 8 に示すように、第 4 実施形態に係る燃料電池システム 1 0 D の燃料ガス供給装置 1 6 a は、部分酸化改質器 5 4 で生成された燃料ガスをシフト反応器 5 6 に導くための中間流路 1 0 4 と、中間流路 1 0 4 に設けられた排ガス混合部 5 2 とを備える。すなわち、部分酸化改質器 5 4 は、シフト反応器 5 6 に対して別体に設けられている。燃焼ガス導入路 7 4 は、排ガス混合部 5 2 に連結されている。

40

## 【 0 1 0 1 】

本発明において、第 4 実施形態に係る構成（部分酸化改質器 5 4 とシフト反応器 5 6 とを結ぶ中間流路 1 0 4 に排ガス混合部 5 2 を設ける構成）は、第 1 実施形態および第 2 実施形態に係る燃料電池システム 1 0 A 、 1 0 B に対して適用してもよいことは勿論である。

## 【 0 1 0 2 】

本発明に係る燃料電池システムおよびその制御方法は、上述の実施形態に限らず、本発

50

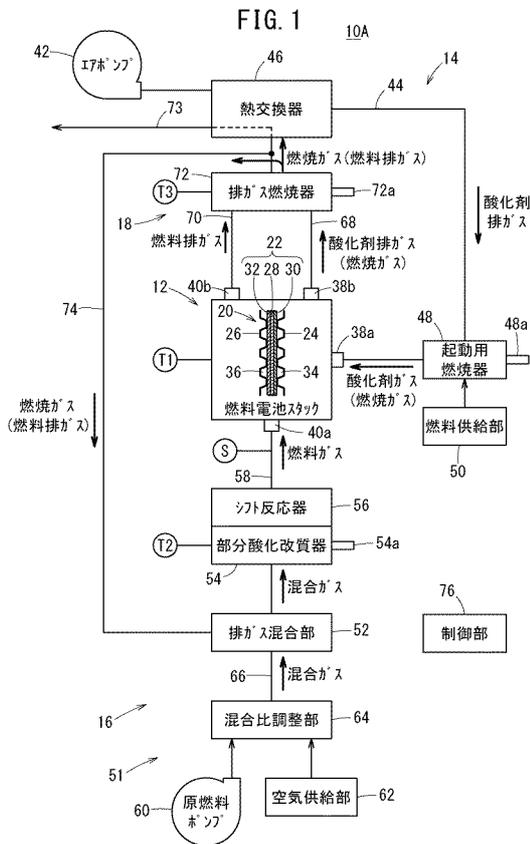
明の要旨を逸脱することなく、種々の構成を採り得ることはもちろんである。

【符号の説明】

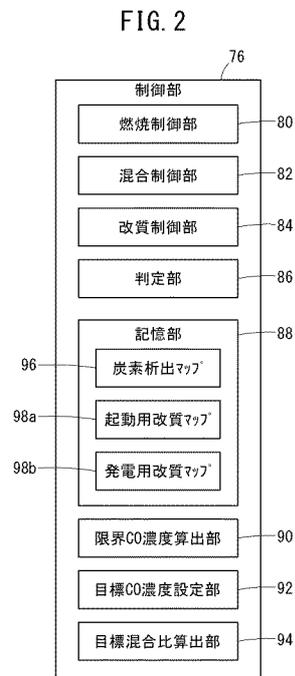
【0103】

- 10A ~ 10D 燃料電池システム
- 54 部分酸化改質器
- 64 混合比調整部
- 70 燃料ガス排出路
- 74 燃焼ガス導入路
- 82 混合制御部
- 86 判定部
- 92 目標CO濃度設定部
- S COセンサ
- T2 改質器温度検出部
- 12 燃料電池(燃料電池スタック)
- 56 シフト反応器
- 66 混合ガス供給路
- 73 燃焼ガス導出路
- 80 燃焼制御部
- 84 改質制御部
- 90 限界CO濃度算出部
- 94 目標混合比算出部
- T1 燃料電池温度検出部

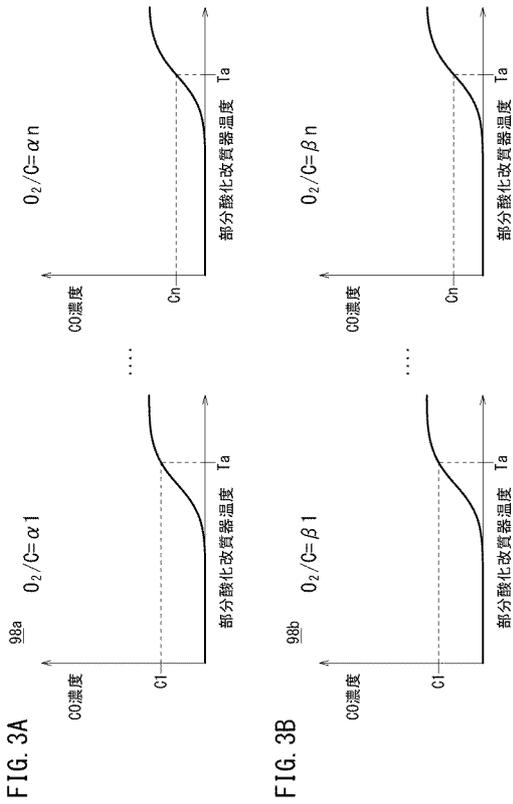
【図1】



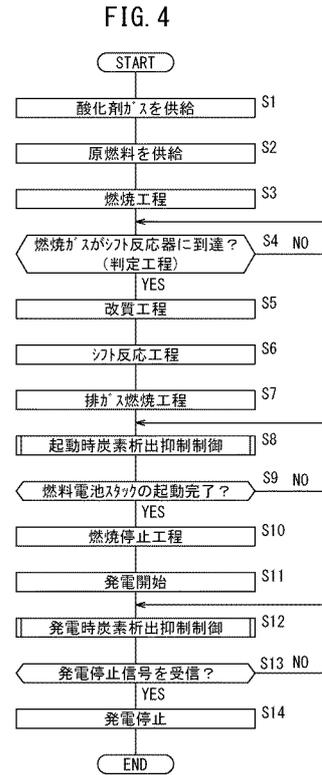
【図2】



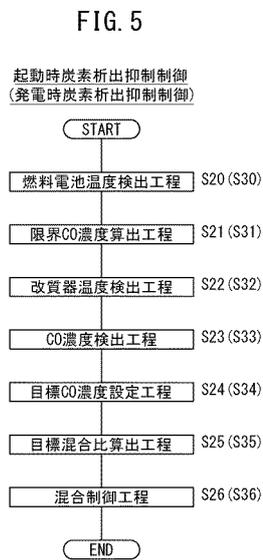
【 図 3 】



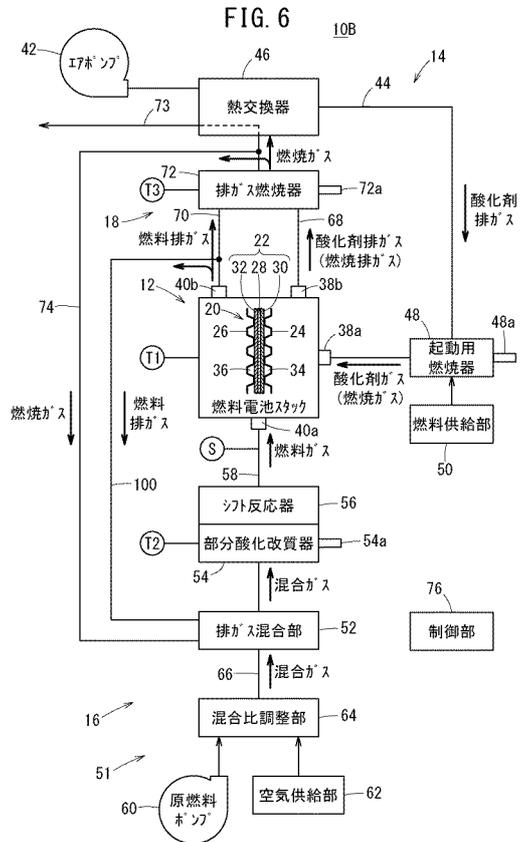
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】





## フロントページの続き

---

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)	
H 0 1 M	8/12	(2016.01)	H 0 1 M	8/12	1 0 1
			H 0 1 M	8/12	1 0 2 A
			H 0 1 M	8/12	1 0 2 B

(72)発明者 戸田 茂

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

Fターム(参考) 5H126 BB06

5H127 AA07 BA12 BA19 BA35 BA37 BA57 BB12 BB27 BB37 CC18  
DB05 DB47 DB78 DB79 DC83