

(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2017-16816  
(P2017-16816A)

(43) 公開日 平成29年1月19日(2017.1.19)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)		
HO 1 M	8/04228	(2016.01)	HO 1 M	8/04	Y	5H026		
HO 1 M	8/04303	(2016.01)	HO 1 M	8/04	J	5H127		
HO 1 M	8/04	(2016.01)	HO 1 M	8/06	R			
HO 1 M	8/0606	(2016.01)	HO 1 M	8/12				
HO 1 M	8/12	(2016.01)						

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2015-130683 (P2015-130683)  
(22) 出願日 平成27年6月30日(2015.6.30)

(71) 出願人 000004444  
J X エネルギー株式会社  
東京都千代田区大手町一丁目1番2号  
(74) 代理人 100097320  
弁理士 官川 貞二  
(74) 代理人 100131820  
弁理士 金井 俊幸  
(74) 代理人 100100398  
弁理士 柴田 茂夫  
(74) 代理人 100155192  
弁理士 金子 美代子  
(72) 発明者 山口 安美  
東京都千代田区大手町二丁目6番3号 J  
X 日鉱日石エネルギー株式会社内  
Fターム(参考) 5H026 AA06

最終頁に続く

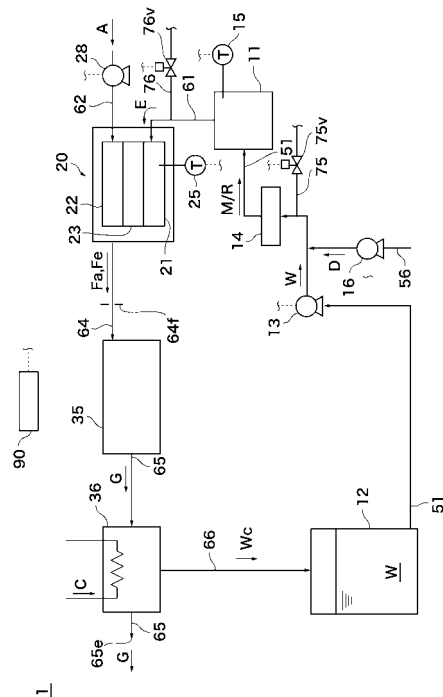
(54) 【発明の名称】 燃料電池システム、燃料電池システムの停止方法及び電力生産方法

(57) 【要約】

【課題】 運転停止時に装置の酸化を抑制しつつ降温に要する時間を短縮する燃料電池システム、燃料電池システムの停止方法及び電力生産方法を提供する。

【解決手段】 燃料電池システム1は、改質部11と、原料供給部16と、改質水供給部13と、アノード21とカソード22とを有する燃料電池20と、酸化剤ガス供給部28と、アノード温度検知器25と、制御部90とを備える。制御部90は、燃料電池20の発電停止後、カソード22への酸化剤ガスAの供給を継続しつつ、発電時より少ない流量の原料Dが改質水Wと混合した減少混合流体Rを、改質部11を介してアノード21に供給し、その後、減少混合流体Rの供給停止以後のアノード温度検知器25で検知した温度が第1の所定の温度になったときに酸化剤ガス供給部28によって酸化剤ガスAをアノード21に供給するように、原料供給部16、改質水供給部13、酸化剤ガス供給部28を制御する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

炭化水素系の原料と改質水とを導入し、前記原料を、水素を含有する改質ガスに改質する改質部と；

前記原料を前記改質部に供給する原料供給部と；

前記改質水を前記改質部に供給する改質水供給部と；

前記改質部で生成された前記改質ガスを導入するアノードと、酸素を含有する酸化剤ガスを導入するカソードとを有し、発電する燃料電池と；

前記カソードに前記酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給部と；

前記アノードの温度又は前記アノードの温度と相関を有する温度を直接又は間接的に検知するアノード温度検知器と；

10

前記燃料電池の発電停止後、前記カソードへの前記酸化剤ガスの供給を継続して行いつつ、前記燃料電池の発電時に前記改質部に供給されていた流量よりも少ない流量の前記原料が前記改質水と混合した減少混合流体を、前記改質部を介して前記アノードに供給して前記燃料電池及び前記改質部を冷却し、その後、前記改質部及び前記アノードへの前記減少混合流体の供給停止以後の前記アノード温度検知器で検知した温度が第 1 の所定の温度になったときに前記酸化剤ガス供給部によって前記酸化剤ガスを前記アノードに供給するように、前記原料供給部、前記改質水供給部、前記酸化剤ガス供給部を制御する制御部とを備える；

燃料電池システム。

20

## 【請求項 2】

前記制御部は、前記アノード温度検知器で検知した温度が前記第 1 の所定の温度になったときに、前記改質部及び前記アノードへの前記減少混合流体の供給を停止すると共に前記酸化剤ガス供給部によって前記酸化剤ガスを前記アノードに供給する；

請求項 1 に記載の燃料電池システム。

## 【請求項 3】

前記改質部の温度又は前記改質部の温度と相関を有する温度を直接又は間接的に検知する改質部温度検知器を備え；

前記制御部は、前記改質部温度検知器で検知した温度が前記第 1 の所定の温度よりも高い第 2 の所定の温度まで低下した時点で前記改質部及び前記アノードへの前記減少混合流体の供給を停止する；

30

請求項 1 に記載の燃料電池システム。

## 【請求項 4】

前記燃料電池の発電時の前記改質ガスの流れ方向における前記アノードの上流側に設けられ、前記酸化剤ガス供給部によって前記アノードに供給された前記酸化剤ガスを系外に排出する開閉弁を備え；

前記制御部は、酸化剤ガス供給部によって前記酸化剤ガスが前記アノードに供給されているときに前記開閉弁を開にするように、前記開閉弁を制御する；

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システム。

## 【請求項 5】

40

前記制御部は、前記酸化剤ガス供給部によって前記酸化剤ガスを前記アノードに供給するときに、前記燃料電池の発電時に前記カソードに供給されていた流量よりも多い流量の前記酸化剤ガスが前記酸化剤ガス供給部から供給されるように、前記酸化剤ガス供給部を制御する；

請求項 4 に記載の燃料電池システム。

## 【請求項 6】

前記開閉弁が、前記改質部と前記アノードとの間に設けられた；

請求項 4 又は請求項 5 に記載の燃料電池システム。

## 【請求項 7】

前記開閉弁が、前記燃料電池の発電時の前記原料の流れ方向における前記改質部の上流

50

側に設けられた；

請求項 4 又は請求項 5 に記載の燃料電池システム。

【請求項 8】

前記燃料電池の発電時に前記カソードに供給された前記酸化剤ガスのうちの前記燃料電池における発電に利用されなかったカソードオフガスを前記カソードの外に排出するオフガスラインと；

前記オフガスラインから系外に流体を排出する排出口までの間に設けられた絞り流路とを備える；

請求項 4 乃至請求項 7 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システム。

【請求項 9】

前記燃料電池の発電時に前記カソードに供給された前記酸化剤ガスのうちの前記燃料電池における発電に利用されなかったカソードオフガスを前記カソードの外に排出するオフガスラインと；

前記オフガスラインから系外に流体を排出する排出口までの間に設けられ、開度を調節可能な開度調節装置とを備える；

請求項 4 乃至請求項 7 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システム。

【請求項 10】

前記酸化剤ガス供給部から吐出された前記酸化剤ガスを前記カソードに導く酸化剤ガスラインと；

前記酸化剤ガスラインと前記アノードとを連絡するバイパスラインとを備え；

前記バイパスラインは、流路を開閉可能なバイパス弁を有し；

前記制御部は、前記酸化剤ガス供給部によって前記酸化剤ガスを前記アノードに供給するときに、前記酸化剤ガス供給部から吐出された前記酸化剤ガスが前記バイパスラインに流入するように前記バイパス弁を制御する；

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システム。

【請求項 11】

前記制御部は、前記アノード温度検知器で検知した温度が前記第 1 の所定の温度よりも低い第 3 の所定の温度になったときに前記酸化剤ガス供給部を停止する；

請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システム。

【請求項 12】

炭化水素系の原料に改質水を加えて改質部に導入し改質して水素を含有する改質ガスを生成し、前記改質ガスを燃料電池のアノードに供給すると共に酸素を含有する酸化剤ガスを酸化剤ガス供給部によって前記燃料電池のカソードに供給して発電する燃料電池システムの運転を停止する方法であって；

前記燃料電池の発電を停止する発電停止工程と；

前記発電停止工程の後、前記カソードへの前記酸化剤ガスの供給を継続して行う酸化剤ガス供給継続工程と；

前記酸化剤ガス供給継続工程と並行して、前記燃料電池の発電時に前記改質部に供給されていた流量よりも少ない流量の前記原料が前記改質水と混合した減少混合流体を、前記改質部を介して前記アノードに供給して前記燃料電池及び前記改質部を冷却する減少混合流体供給工程と；

前記減少混合流体供給工程を終了した後、前記アノードの温度又は前記アノードの温度と相関を有する温度が第 1 の所定の温度になったときに前記酸化剤ガス供給部によって前記酸化剤ガスを前記アノードに供給するアノードパージ工程とを備える；

燃料電池システムの停止方法。

【請求項 13】

請求項 1 乃至請求項 11 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システムを用いて電力を生産する方法であって；

前記改質部に前記原料及び前記改質水を供給して前記改質ガスを生成する工程と；

前記改質ガスを前記アノードに供給すると共に前記酸化剤ガスを前記カソードに供給し

10

20

30

40

50

て前記燃料電池において発電する工程と；

前記燃料電池で発電された電力を需要家に向けて放出する工程と；

前記燃料電池の発電を停止する工程とを備える；

電力生産方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は燃料電池システム、燃料電池システムの停止方法及び電力生産方法に関し、特に、運転停止時に、装置の酸化を抑制降温に要する時間を短縮する燃料電池システム、燃料電池システムの停止方法及び電力生産方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

水素含有ガスと酸素含有ガスとを導入して発電する燃料電池を設置する際、炭化水素系原料を改質して水素含有ガスとする改質器が併設されることが多い。炭化水素系原料を改質する方式の1つとして、炭化水素系原料に水蒸気を混合し加熱して改質する水蒸気改質がある。燃料電池及び改質器は、運転中に高温（一般に700以上）になる。運転中に高温となっている燃料電池及び改質器の運転を停止する際、改質器内や燃料電池内に不活性ガスを流すことで、燃料電池内の電極や改質器内の触媒等の酸化を抑制しつつ、高温から室温付近まで降温させるのに要する時間を短縮することが行われている。さらに、不活性ガスの供給設備を不要とするために、燃料電池内への空気の供給を継続して行いながら、炭化水素ガスの供給量を低減させ、低減された量の炭化水素ガスと水蒸気との混合ガスを改質器を通して燃料電池内に供給し、改質触媒の温度が該触媒の酸化発生温度 $\pm 150$ の範囲に降温したときに、混合ガスの供給を停止し、該混合ガスの供給を停止した後に、空気又は炭化水素ガスをパージガスとして改質器を通して燃料電池に流してパージするものがある（例えば、特許文献1参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第4906242号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1に記載されている停止の手段では、パージガスとして空気を改質器に供給する際に、空気を供給する設備が別途必要になる。

【0005】

本発明は上述の課題に鑑み、簡便な構成で、運転停止時に、装置の酸化を抑制するようにガスを供給しながら装置の降温に要する時間を短縮する燃料電池システム、燃料電池システムの停止方法及び電力生産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】

40

上記目的を達成するために、本発明の第1の態様に係る燃料電池システムは、例えば図1に示すように、炭化水素系の原料Dと改質水Wとを導入し、原料Dを、水素を含有する改質ガスEに改質する改質部11と；原料Dを改質部11に供給する原料供給部16と；改質水Wを改質部11に供給する改質水供給部13と；改質部11で生成された改質ガスEを導入するアノード21と、酸素を含有する酸化剤ガスAとを導入するカソード22とを有し、発電する燃料電池20と；カソード22に酸化剤ガスAを供給する酸化剤ガス供給部28と；アノード21の温度又はアノード21の温度と相関を有する温度を直接又は間接的に検知するアノード温度検知器25と；燃料電池20の発電停止後、カソード22への酸化剤ガスAの供給を継続して行いつつ、燃料電池20の発電時に改質部11に供給されていた流量よりも少ない流量の原料Dが改質水Wと混合した減少混合流体Rを、改質

50

部 1 1 を介してアノード 2 1 に供給して燃料電池 2 0 及び改質部 1 1 を冷却し、その後、改質部 1 1 及びアノード 2 1 への減少混合流体 R の供給停止以後のアノード温度検知器 2 5 で検知した温度が第 1 の所定の温度になったときに酸化剤ガス供給部 2 8 によって酸化剤ガス A をアノード 2 1 に供給するように、原料供給部 1 6、改質水供給部 1 3、酸化剤ガス供給部 2 8 を制御する制御部 9 0 とを備える。

【 0 0 0 7 】

このように構成すると、アノード温度検知器で検知した温度が第 1 の所定の温度になったときに、燃料電池の発電時に利用していた酸化剤ガス供給部を燃料電池停止後の冷却時にも用いて酸化剤ガスをアノードに供給するので、装置構成を簡略化しつつアノードの酸化を抑制することができる。

10

【 0 0 0 8 】

また、本発明の第 2 の態様に係る燃料電池システムは、例えば図 1 を参照して示すと、上記本発明の第 1 の態様に係る燃料電池システム 1 において、制御部 9 0 は、アノード温度検知器 2 5 で検知した温度が第 1 の所定の温度になったときに、改質部 1 1 及びアノード 2 1 への減少混合流体 R の供給を停止すると共に酸化剤ガス供給部 2 8 によって酸化剤ガス A をアノード 2 1 に供給する。

【 0 0 0 9 】

このように構成すると、酸化剤ガスをアノードに供給する直前まで減少混合流体を改質部及びアノードに供給することとなり、改質部及びアノードの冷却を促進させることができる。

20

【 0 0 1 0 】

また、本発明の第 3 の態様に係る燃料電池システムは、例えば図 1 に示すように、上記本発明の第 1 の態様に係る燃料電池システム 1 において、改質部 1 1 の温度又は改質部 1 1 の温度と相関を有する温度を直接又は間接的に検知する改質部温度検知器 1 5 を備え；制御部 9 0 は、改質部温度検知器 1 5 で検知した温度が第 1 の所定の温度よりも高い第 2 の所定の温度まで低下した時点で改質部 1 1 及びアノード 2 1 への減少混合流体 R の供給を停止する。

【 0 0 1 1 】

このように構成すると、減少混合流体中の原料の改質が不十分な状態でアノードに導入されることを低減することができ、アノードが劣化するリスクを低減することができる。

30

【 0 0 1 2 】

また、本発明の第 4 の態様に係る燃料電池システムは、例えば図 1 に示すように、上記本発明の第 1 の態様乃至第 3 の態様のいずれか 1 つの態様に係る燃料電池システム 1 において、燃料電池 2 0 の発電時の改質ガス E の流れ方向におけるアノード 2 1 の上流側に設けられ、酸化剤ガス供給部 2 8 によってアノード 2 1 に供給された酸化剤ガス A を系外に排出する開閉弁 7 5 v 及び / 又は 7 6 v を備え；制御部 9 0 は、酸化剤ガス供給部 2 8 によって酸化剤ガス A がアノード 2 1 に供給されているときに開閉弁 7 5 v 又は 7 6 v を開にするように、開閉弁 7 5 v 又は 7 6 v を制御する。

【 0 0 1 3 】

このように構成すると、簡便な構成でアノードに酸化剤ガスを流すことができ、アノードに残存する原料由来のガスをパージすることができる。

40

【 0 0 1 4 】

また、本発明の第 5 の態様に係る燃料電池システムは、例えば図 1 を参照して示すと、上記本発明の第 4 の態様に係る燃料電池システム 1 において、制御部 9 0 は、酸化剤ガス供給部 2 8 によって酸化剤ガス A をアノード 2 1 に供給するときに、燃料電池 2 0 の発電時にカソード 2 2 に供給されていた流量よりも多い流量の酸化剤ガス A が酸化剤ガス供給部 2 8 から供給されるように、酸化剤ガス供給部 2 8 を制御する。

【 0 0 1 5 】

このように構成すると、比較的圧力損失が大きいアノードの系統に、より多い流量の酸化剤ガスをカソードから逆流させることができる。

50

## 【 0 0 1 6 】

また、本発明の第 6 の態様に係る燃料電池システムは、例えば図 1 を参照して示すと、上記本発明の第 4 の態様又は第 5 の態様に係る燃料電池システム 1 において、開閉弁 7 6 v が、改質部 1 1 とアノード 2 1 との間に設けられている。

## 【 0 0 1 7 】

このように構成すると、酸化剤ガス供給部によってアノードに供給された酸化剤ガスを、改質部を通さずに系外に排出することができ、改質部の酸化発生リスクのある温度の下限が燃料電池の酸化発生リスクのある温度の下限より低い場合に、改質部の酸化発生リスクを低減することができる。

## 【 0 0 1 8 】

また、本発明の第 7 の態様に係る燃料電池システムは、例えば図 1 を参照して示すと、上記本発明の第 4 の態様又は第 5 の態様に係る燃料電池システム 1 において、開閉弁 7 5 v が、燃料電池 2 0 の発電時の原料 D の流れ方向における改質部 1 1 の上流側に設けられている。

## 【 0 0 1 9 】

このように構成すると、酸化剤ガス供給部によってアノードに供給された酸化剤ガスで改質部をもパージすることができる。

## 【 0 0 2 0 】

また、本発明の第 8 の態様に係る燃料電池システムは、例えば図 1 に示すように、上記本発明の第 4 の態様乃至第 7 の態様のいずれか 1 つの態様に係る燃料電池システム 1 において、燃料電池 2 0 の発電時にカソード 2 2 に供給された酸化剤ガス A のうちの燃料電池 2 0 における発電に利用されなかったカソードオフガス F a をカソード 2 2 の外に排出するオフガスライン 6 4 と；オフガスライン 6 4 から系外に流体を排出する排出口 6 5 e までの間に設けられた絞り流路 6 4 f とを備える。

## 【 0 0 2 1 】

このように構成すると、燃料電池の発電の停止後に酸化剤ガス供給部によって酸化剤ガスがカソードに供給されつつアノードへの減少混合流体の供給を停止したときに、カソードに供給された酸化剤ガスをアノードに導きやすくすることができる。

## 【 0 0 2 2 】

また、本発明の第 9 の態様に係る燃料電池システムは、例えば図 1 を参照して示すと、上記本発明の第 4 の態様乃至第 7 の態様のいずれか 1 つの態様に係る燃料電池システム 1 において、燃料電池 2 0 の発電時にカソード 2 2 に供給された酸化剤ガス A のうちの燃料電池 2 0 における発電に利用されなかったカソードオフガス F a をカソード 2 2 の外に排出するオフガスライン 6 4 と；オフガスライン 6 4 から系外に流体を排出する排出口 6 5 e までの間に設けられ、開度を調節可能な開度調節装置とを備える。

## 【 0 0 2 3 】

このように構成すると、開度調節装置の開度を、燃料電池の発電時に大きくし、酸化剤ガス供給部によって酸化剤ガスがアノードに供給されるときに小さくすることが可能となり、燃料電池システムの適切な運転及び停止が可能になる。

## 【 0 0 2 4 】

また、本発明の第 1 0 の態様に係る燃料電池システムは、例えば図 6 に示すように、上記本発明の第 1 の態様乃至第 3 の態様のいずれか 1 つの態様に係る燃料電池システム 1 A において、酸化剤ガス供給部 2 8 から吐出された酸化剤ガス A をカソード 2 2 に導く酸化剤ガスライン 6 2 と；酸化剤ガスライン 6 2 とアノード 2 1 とを連絡するバイパスライン 6 8 とを備え；バイパスライン 6 8 は、流路を開閉可能なバイパス弁 6 8 v を有し；制御部 9 0 (例えば図 1 参照) は、酸化剤ガス供給部 2 8 によって酸化剤ガス A をアノード 2 1 に供給するときに、酸化剤ガス供給部 2 8 から吐出された酸化剤ガス A がバイパスライン 6 8 に流入するようにバイパス弁 6 8 v を制御する。

## 【 0 0 2 5 】

このように構成すると、酸化剤ガス供給部によってアノードに供給する酸化剤ガスの流

10

20

30

40

50

れ方向を、燃料電池の発電時と同じにすることができ、アノードへの酸化剤ガスの供給を安定させることができる。

【0026】

また、本発明の第11の態様に係る燃料電池システムは、例えば図1を参照して示すと、上記本発明の第1の態様乃至第10の態様のいずれか1つの態様に係る燃料電池システム1において、制御部90は、アノード温度検知器25で検知した温度が第1の所定の温度よりも低い第3の所定の温度になったときに酸化剤ガス供給部28を停止する。

【0027】

このように構成すると、燃料電池システムの停止過程において消費するエネルギーを抑制することができる。

【0028】

上記目的を達成するために、本発明の第12の態様に係る燃料電池システムの停止方法は、例えば図1並びに図2及び図4を参照して示すと、炭化水素系の原料Dに改質水Wを加えて改質部11に導入し改質して水素を含有する改質ガスEを生成し、改質ガスEを燃料電池20のアノード21に供給すると共に酸素を含有する酸化剤ガスAを酸化剤ガス供給部28によって燃料電池20のカソード22に供給して発電する燃料電池システム1の運転を停止する方法であって；燃料電池20の発電を停止する発電停止工程(S1)と；発電停止工程(S1)の後、カソード22への酸化剤ガスAの供給を継続して行う酸化剤ガス供給継続工程(S2)と；酸化剤ガス供給継続工程(S2)と並行して、燃料電池20の発電時に改質部11に供給されていた流量よりも少ない流量の原料Dが改質水Wと混合した減少混合流体Rを、改質部11を介してアノード21に供給して燃料電池20及び改質部11を冷却する減少混合流体供給工程(S3)と；減少混合流体供給工程(S3)を終了した後、アノード21の温度又はアノード21の温度と相関を有する温度が第1の所定の温度になったときに酸化剤ガス供給部28によって酸化剤ガスAをアノード21に供給するアノードパージ工程(S6)とを備える。

【0029】

このように構成すると、アノード又はこれと相関を有する温度が第1の所定の温度になったときに、燃料電池の発電時に利用していた酸化剤ガス供給部を燃料電池停止後の冷却時にも用いて酸化剤ガスをアノードに供給するので、簡便にアノードの酸化を抑制することができる。

【0030】

また、本発明の第13の態様に係る電力生産方法は、例えば図1を参照して示すと、上記本発明の第1の態様乃至第11の態様のいずれか1つの態様に係る燃料電池システム1を用いて電力を生産する方法であって；改質部11に原料D及び改質水Wを供給して改質ガスEを生成する工程と；改質ガスEをアノード21に供給すると共に酸化剤ガスAをカソード22に供給して燃料電池20において発電する工程と；燃料電池20で発電された電力を需要家に向けて放出する工程と；燃料電池20の発電を停止する工程とを備える。

【発明の効果】

【0031】

本発明によれば、装置構成を簡略化しつつアノードの酸化を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】本発明の実施の形態に係る燃料電池システムの模式的系統図である。

【図2】本発明の実施の形態に係る燃料電池システムの燃料電池における発電を停止する際の制御を説明するフローチャートである。

【図3】図2に示す制御を行う際の燃料電池システムの要素の状態を示すタイムチャートである。

【図4】本発明の実施の形態に係る燃料電池システムの燃料電池における発電を停止する際の別の制御を説明するフローチャートである。

【図5】図4に示す制御を行う際の燃料電池システムの要素の状態を示すタイムチャート

10

20

30

40

50

である。

【図6】本発明の実施の形態の変形例に係る燃料電池システムの燃料電池まわりの模式的系統図である。

【発明を実施するための形態】

【0033】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。なお、各図において互いに同一又は相当する部材には同一あるいは類似の符号を付し、重複した説明は省略する。

【0034】

まず図1を参照して、本発明の実施の形態に係る燃料電池システム1を説明する。図1は、燃料電池システム1の模式的系統図である。燃料電池システム1は、炭化水素系の原料Dを改質する改質部としての改質器11と、改質水供給部としての改質水ポンプ13と、原料供給部としての原料ブロワ16と、燃料電池20と、アノード温度検知器としてのアノード温度計25と、酸化剤ガス供給部としての酸化剤ガスブロワ28と、制御部としての制御装置90とを備えている。

【0035】

原料Dは、改質することで燃料電池20における発電に利用可能となる程度に水素に富むガス（水素リッチガス）にできるものであり、典型的には炭化水素系燃料が用いられる。具体例として、炭化水素類、アルコール類、エーテル類、バイオ燃料が挙げられ、これらの炭化水素系燃料は、石油・石炭等の化石燃料由来のもの、合成ガス等の合成系燃料由来のもの、バイオマス由来のもの等を適宜用いることができる。炭化水素類としては、メタン、エタン、プロパン、ブタン、天然ガス、LPG、都市ガス、タウンガス、ガソリン、ナフサ、灯油、軽油が挙げられる。アルコール類として、メタノール、エタノールが挙げられる。エーテル類として、ジメチルエーテルが挙げられる。バイオ燃料として、バイオガス、バイオエタノール、バイオディーゼル、バイオジェットが挙げられる。

【0036】

改質器11は、原料Dと改質水Wとを導入し、原料Dを水素に富む改質ガスEに水蒸気改質する機器である。改質器11は、原料Dの改質を促進させる改質触媒を内部に有している。本実施の形態では、水蒸気改質触媒が改質器11に収容されている。水蒸気改質触媒は吸熱反応が優勢となる改質触媒である。改質器11には、内部の温度を検知する改質部温度検知器としての改質器温度計15が設けられている。改質器11には、気化した改質水W（水蒸気）と原料Dとが混合した混合原料Mを導入する原料導入ラインとしての原料導入管51と、生成された改質ガスEを流出する改質ガスラインとしての改質ガス管61とが接続されている。なお、「・・・ライン」とは、流体の流路であり、典型的には専ら流体を案内する管であるが、他の用途に用いられる物と物との間に形成された空間であってもよい。一端が改質器11に接続された原料導入管51の他端は、改質水ラインとしての改質水管52及び原料ラインとしての原料管56に接続されている。改質水管52の他端は、水タンク12の下部に接続されている。水タンク12は、改質器11における原料Dの水蒸気改質に用いられる改質水Wを貯留するタンクである。

【0037】

改質水ポンプ13は、水タンク12に貯留されている改質水Wを改質器11に向けて圧送する機器である。改質水ポンプ13は、改質水管52に配設されている。原料ブロワ16は、原料Dを改質器11に向けて圧送する機器である。原料ブロワ16は、原料管56に配設されている。原料導入管51には、気化器14が配設されている。気化器14は、改質水W（原料Dが液体の場合は原料Dも）を気化させる機器である。燃料電池システム1では、改質水ポンプ13を起動することで改質水Wが気化器14に導入され、原料ブロワ16を起動することで原料Dが気化器14に導入され、原料D及び改質水Wが気化器14で気化し混合して混合原料Mとなって改質器11に導入されるように構成されている。

【0038】

原料導入管51には、混合原料Mの流れ方向で見て気化器14よりも上流側に、流体を燃料電池システム1の外部へ排出する排出ラインとしての排出管75が接続されている。

排出管 75 には、流路を開閉することができる開閉弁 75 v が設けられている。改質ガス管 61 には、流体を燃料電池システム 1 の外部へ排出する排出ラインとしての排出管 76 が接続されている。排出管 76 には、流路を開閉することができる開閉弁 76 v が設けられている。

【0039】

燃料電池 20 は、アノード 21 と、カソード 22 と、電解質 23 とを有している。アノード 21 は、燃料ガス管 61 を介して改質器 11 と接続されている。アノード温度計 25 は、アノード 21 の温度を直接検知することができるように、アノード 21 に設けられている。カソード 22 には、酸素を含む酸化剤ガス A を導入する酸化剤ガスラインとしての酸化剤ガス管 62 が接続されている。酸化剤ガス A は、典型的には空気である。酸化剤ガス管 62 には、酸化剤ガス A をカソード 22 に向けて圧送する酸化剤ガスブロウ 28 が配設されている。燃料電池 20 は、改質ガス E 及び酸化剤ガス A を導入し、改質ガス E 中の水素等と酸化剤ガス A 中の酸素との電気化学的反応により直流の電力を発生するように構成されている。より詳細には、燃料電池 20 は、カソード 22 に導入された酸化剤ガス A 中の酸素が電子を受け取って酸素イオン（酸化物イオン）となり、酸素イオンがカソード 22 から電解質 23 を通過してアノード 21 へ移動し、アノード 21 に導入された改質ガス E 中の水素又は一酸化炭素と、電解質 23 を通過した酸素イオンと、が反応する際に放出された電子により発電するように構成されている。燃料電池 20 で発生した直流電力は、パワーコンディショナ（不図示）で昇圧され及び交流に変換され、家電機器等の外部負荷（不図示）に供給される。

10

20

【0040】

燃料電池 20 としては、本実施の形態では円筒型（平板円筒型を含む）の固体酸化物形燃料電池（SOFC）が用いられている。燃料電池 20 における発電のために燃料電池 20 に供給された改質ガス E 及び酸化剤ガス A は、そのすべてが発電に利用されるのではなく、燃料電池 20 の発電電流に応じた分が利用される。燃料電池 20 における発電のために燃料電池 20 に供給された改質ガス E のうち、発電に利用されなかった分は、アノードオフガス Fe として排出される。また、燃料電池 20 における発電のために燃料電池 20 に供給された酸化剤ガス A のうち、発電に利用されなかった分は、カソードオフガス Fa として排出される。

【0041】

燃料電池 20 には、アノードオフガス Fe 及びカソードオフガス Fa を流すオフガスライン 64 が接続されている。オフガスライン 64 には、絞り流路としてのオリフィス 64 f が設けられている。オフガスライン 64 は、燃焼部 35 に接続されている。燃焼部 35 は、オフガスライン 64 を介して導入したアノードオフガス Fe を燃焼させるように構成されている。アノードオフガス Fe の燃焼に必要な酸化剤は、オフガスライン 64 を介して導入したカソードオフガス Fa が用いられる。燃焼部 35 は、改質器 11 内の改質触媒及び/又は燃料電池 20 に熱を与えることができるように、改質器 11 及び/又は燃料電池 20 に隣接して配置されていてもよい。例えば、改質器 11 及び燃料電池 20 が収容された筐体（不図示）内において、アノードオフガス Fe 及びカソードオフガス Fa が排出される部分の上部に改質器 11 を配置し、改質器 11 と燃料電池 20 との間の空間でアノードオフガス Fe を燃焼させる構造としてもよい。この場合、改質器 11 と燃料電池 20 との間の空間が燃焼部 35 に相当し、オフガスライン 64 と燃焼部 35 とが極めて近接した構造となる。燃焼部 35 は、アノードオフガス Fe の燃焼で生じる排ガス G を排出するように構成されている。燃焼部 35 には、排ガス G を流す排ガスラインとしての排ガス管 65 が接続されている。

30

40

【0042】

排ガス管 65 には、熱交換部 36 が配設されている。熱交換部 36 は、排ガス G が保有する熱を回収する部位である。熱交換部 36 は、排ガス G と熱回収流体 C とを導入し、導入した排ガス G と熱回収流体 C との間で熱交換を行わせることで、熱回収流体 C のエンタルピを増加させ、排ガス G のエンタルピを減少させるように構成されている。排ガス G は

50

、排ガス管 65 の末端の排出口 65 e から系外（燃料電池システム 1 の外）に排出されるように構成されている。また、熱交換部 36 は、排ガス G のエンタルピを減少させることにより、排ガス G 中に含まれていた水分が凝縮した凝縮水 W c が生じるように構成されている。熱交換部 36 は、凝縮水 W c を排出する凝縮水ラインとしての凝縮水管 66 の一端が接続されている。凝縮水管 66 の他端は、水タンク 12 内で開口している。凝縮水管 66 は、熱交換部 36 で生じた凝縮水 W c を水タンク 12 に導くように配設されている。水タンク 12 に導かれた凝縮水 W c は、改質水 W として利用される。

#### 【0043】

制御装置 90 は、燃料電池システム 1 の運転を制御する部位である。制御装置 90 は、改質水ポンプ 13 及び原料ブロウ 16 と、それぞれ信号ケーブルで接続されており、改質水ポンプ 13 及び原料ブロウ 16 の吐出流量及び発停を制御することができるように構成されている。また、制御装置 90 は、酸化剤ガスブロウ 28 と信号ケーブルで接続されており、酸化剤ガスブロウ 28 の吐出流量及び発停を制御することができるように構成されている。また、制御装置 90 は、開閉弁 75 v 及び開閉弁 76 v とそれぞれ信号ケーブルで接続されており、開閉弁 75 v 及び開閉弁 76 v の開閉を個別に制御することができるように構成されている。また、制御装置 90 は、改質器温度計 15 及びアノード温度計 25 と、それぞれ信号ケーブルで接続されており、改質器温度計 15 で検知された温度及びアノード温度計 25 で検知された温度を、それぞれ信号として受信することができるように構成されている。

10

#### 【0044】

引き続き図 1 を参照して、燃料電池システム 1 の作用を説明する。制御装置 90 は、燃料電池システム 1 を起動する指令を受けると、燃料電池 20 における発電に必要な改質ガス E の生成を開始するべく、原料ブロウ 16 を起動して原料 D を改質器 11 に供給すると共に改質水ポンプ 13 を起動して改質水 W を改質器 11 に供給する。原料ブロウ 16 が起動すると、原料 D は、原料管 56 及び原料導入管 51 を流れて気化器 14 に流入する。改質水ポンプ 13 が起動すると、水タンク 12 内に貯留されている改質水 W が改質水管 52 及び原料導入管 51 を流れて気化器 14 に流入する。気化器 14 に流入した原料 D 及び改質水 W は、気化された改質水 W（水蒸気）と原料 D とが混合した混合原料 M となり、改質器 11 に流入する。混合原料 M が導入された改質器 11 では、原料 D の水蒸気改質反応が行われ、改質ガス E が生成される（改質ガス生成工程）。改質器 11 は、改質ガス E の生成中、概ね 600 以上となっている。

20

30

#### 【0045】

改質器 11 で生成された改質ガス E は燃料電池 20 のアノード 21 に供給される。また、制御装置 90 は、酸化剤ガスブロウ 28 を起動させる。これにより、燃料電池 20 のカソード 22 に酸化剤ガス A が供給される。改質ガス E 及び酸化剤ガス A が導入された燃料電池 20 では、改質ガス E 中の水素等と酸化剤ガス A 中の酸素との電気化学的反応による発電が行われる（発電工程）。燃料電池 20 は、発電中、概ね 600 以上となっている。燃料電池 20 では、パワーコンディショナ（不図示）で設定された電力が発生し、発生した電力は外部負荷（不図示）に適宜供給される（電力放出工程）。燃料電池 20 では、発電のための反応に伴って、水が生成される。燃料電池 20 に導入された改質ガス E 及び酸化剤ガス A は、発電に利用された後にアノードオフガス F e 及びカソードオフガス F a として排出され、燃焼部 35 に至る。アノードオフガス F e は、カソードオフガス F a を酸化剤として燃焼部 35 で燃焼され、このとき生ずる燃焼熱は、改質器 11 における水蒸気改質反応に利用されることとしてもよい。燃焼部 35 におけるアノードオフガス F e 及びカソードオフガス F a の燃焼によって生じた排ガス G は、水分が含まれている。排ガス G は、排ガス管 65 を流れ、熱交換部 36 で適宜熱回収が行われた後、燃料電池システム 1 の外へ排出される。

40

#### 【0046】

他方、熱交換部 36 で冷却された排ガス G から凝縮した凝縮水 W c は、凝縮水管 66 を流れて水タンク 12 に流入する。このようにして、改質ガス E の生成のために水タンク 1

50

2 から改質水 W が減少しても、凝縮水 W<sub>c</sub> として水タンク 1 2 に改質水 W が流入してくるので、燃料電池システム 1 の外部から直接水タンク 1 2 に改質水 W を補給しなくても、水タンク 1 2 内の改質水 W が枯渇することを回避することができる。燃料電池 2 0 における発電に伴って水が生成されることから、水タンク 1 2 に流入する凝縮水 W<sub>c</sub> は、典型的には、改質水ポンプ 1 3 の稼働によって水タンク 1 2 から出て行く改質水 W よりも多くなる。

#### 【 0 0 4 7 】

上述のように概ね 6 0 0 以上で改質器 1 1 及び燃料電池 2 0 が作動している状態から、燃料電池 2 0 における発電を停止する際、改質器 1 1 及び燃料電池 2 0 の温度を室温等の周囲環境温度まで迅速に降温させる要請がある。改質器 1 1 及び燃料電池 2 0 の温度を迅速に降温させるため、燃料電池 2 0 における発電の停止後に、改質器 1 1 及び燃料電池 2 0 に冷却流体を流すことが行われるのが一般的である。冷却流体として、改質器 1 1 の触媒や燃料電池 2 0 の電極等の酸化を抑制する観点から、不活性ガスが用いられることがあるが、不活性ガスを用いることとすると、不活性ガスを供給する設備が必要となる。また、冷却流体として不活性ガス以外の流体を用いる場合であっても、当該流体を供給する専用の設備を設ける場合が多い。このような不都合を解消するため、本実施の形態に係る燃料電池システム 1 は、燃料電池 2 0 における発電を停止する際に、燃料電池 2 0 の発電に用いられていた機器を以下のように制御することにより、改質器 1 1 及び燃料電池 2 0 の酸化を抑制しつつ迅速な降温を可能にしている。

10

#### 【 0 0 4 8 】

図 2 は、燃料電池 2 0 における発電を停止する際の燃料電池システム 1 の制御を説明するフローチャートである。図 3 は、図 2 に示す制御を行う際の燃料電池システム 1 の要素の状態を示すタイムチャートである。図 3 中、上下に並んだ 5 つのグラフにおいて、横軸は各グラフ共通で時間を示し、縦軸は、上のグラフから順に、アノード温度計 2 5 で検知された温度、酸化剤ガス A の流量、原料 D の流量、改質水 W の流量、開閉弁 7 5 v 又は開閉弁 7 6 v の開閉状態を示している。以下の説明において、燃料電池システム 1 の構成に言及しているときは、図 1 を参照することとする。燃料電池 2 0 の発電中、制御装置 9 0 は、要求される燃料電池 2 0 の発電電力（典型的にはパワーコンディショナ（不図示）で設定される）を出力するのに必要な流量の改質ガス E をアノード 2 1 に供給するため、当該流量の改質ガス E を生成するのに必要な原料 D 及び改質水 W を改質器 1 1 に供給すると共に、必要な流量の酸化剤ガス A をカソード 2 2 に供給している（図 3 中の時刻 t<sub>1</sub> まで）。このとき、開閉弁 7 6 v は閉じており、燃料電池 2 0 の温度は概ね 6 0 0 以上となっている。

20

30

#### 【 0 0 4 9 】

制御装置 9 0 は、図 3 中の時刻 t<sub>1</sub> において、燃料電池 2 0 における発電を停止する旨の指令を受けたとき、燃料電池 2 0 の発電を停止する（発電停止工程：S<sub>1</sub>）。燃料電池 2 0 の発電の停止は、典型的にはパワーコンディショナ（不図示）の設定において燃料電池 2 0 の出力を 0 にすることにより行われる。制御装置 9 0 は、燃料電池 2 0 の発電を停止しても、カソード 2 2 への酸化剤ガス A の供給を継続して行う（酸化剤ガス供給継続工程：S<sub>2</sub>）。カソード 2 2 への酸化剤ガス A の供給を継続することにより、カソード 2 2 の冷却が促進される。その一方で、制御装置 9 0 は、改質器 1 1 に供給していた原料 D を、燃料電池 2 0 の発電時に供給していた流量よりも減少させ、これを改質水 W と混合させ（以下、流量を減少させた原料 D と改質水 W とが混合した流体を「減少混合流体 R」という。）、減少混合流体 R を改質器 1 1 へ導入した後にアノード 2 1 に供給する（減少混合流体供給工程：S<sub>3</sub>）。減少混合流体 R を、改質器 1 1 を介してアノード 2 1 に供給することにより、改質器 1 1 及びアノード 2 1 の冷却が促進される。また、減少混合流体 R をアノード 2 1 に供給することにより、カソード 2 2 に供給されている酸化剤ガス A がアノード 2 1 に流入してくることに伴うアノード 2 1 の酸化を抑制している。

40

#### 【 0 0 5 0 】

次に制御装置 9 0 は、アノード温度計 2 5 で検知した温度が第 1 の所定の温度 T<sub>1</sub> に低

50

下したか否かを判断する(S4)。第1の所定の温度T1は、アノード21が酸化雰囲気  
に晒されることで酸化が発生するリスクが低い任意の温度である。酸化雰囲気に起因した  
酸化は、温度が高いほど発生しやすく、温度が低くなると発生しにくくなる。本実施の形  
態では、第1の所定の温度T1を300としている。アノード温度計25で検知した温度  
が第1の所定の温度T1に低下したか否かを判断する工程(S4)において、第1の所  
定の温度T1に低下していない場合は、再び工程(S4)に戻る。他方、第1の所定の温  
度T1に低下した場合(図3中の時刻t3)、制御装置90は、原料ブロウ16及び改質  
水ポンプ13を停止して、改質器11への減少混合流体Rの供給を停止する(S5)。ま  
た、制御装置90は、開閉弁75v及び開閉弁76vの一方を開にする(S6)。

#### 【0051】

改質器11への減少混合流体Rの供給を停止して開閉弁75v及び開閉弁76vのうち  
のいずれか一方を開にすると、酸化剤ガスブロウ28によってカソード22に供給されて  
いた酸化剤ガスAがアノード21に逆流する。アノード21に逆流した酸化剤ガスAは、  
原料導入管51の方に向かって改質ガス管61等流れ、排出管75及び排出管76のう  
ち開にした開閉弁(75v又は76v)が配設されている排出ラインを流れて系外に排出  
される。これにより、アノード21に残留していた減少混合流体Rが、酸化剤ガスAによ  
りパージされることとなる。このように、開閉弁(75v又は76v)を開にする工程(S  
6)は、アノードパージ工程に相当する。本実施の形態では、燃料電池20における発  
電を行う際に酸化剤ガスAをカソード22に供給する酸化剤ガスブロウ28を用いてアノ  
ード21のパージを行っており、このために特別な設備を設けていない。工程(S6)に  
おいて、開閉弁75vを開にした場合は、酸化剤ガスブロウ28の稼働でアノード21に  
供給された酸化剤ガスAによって、改質器11及び気化器14をもパージすることができ  
る。他方、開閉弁76vを開にした場合は、改質器11の酸化発生リスクのある温度の下  
限が燃料電池20の酸化発生リスクのある温度の下限より低い場合に、改質器11の酸化  
発生リスクを低減することができる。

#### 【0052】

なお、酸化剤ガスAでアノード21をパージするのは、アノード21において電気化学  
反応による酸化が発生するのを抑制するためである。ここでいう電気化学反応による酸化  
とは、アノード21において、酸素が存在しても酸化雰囲気に起因した酸化が発生しにく  
いような低い温度で、触媒活性が低い場合において、局所的に電位差が生じることにより  
、アノード21に存在する酸素イオンがアノード21に残存している改質ガスE中の水素  
と反応できずに、アノード21に含まれているNi等の金属に反応して酸化することであ  
る。アノード21に電位差が生じる一因として、改質ガスEや酸化剤ガスAがアノード2  
1に流入してくることにより、アノード21の近傍の雰囲気に濃度差が生じることが挙げ  
られる。改質器11への減少混合流体Rの供給を停止する工程(S5)において減少混合  
流体R(改質ガスE)の供給を停止した状態では、アノード21の上流側(原料ブロウ1  
6側)は閉止状態であるため、燃料電池20の発電停止時の温度低下に伴う熱収縮により  
、アノード21は、下流側から酸化剤ガスAを吸い込みやすい状況となる。端的に表現す  
ると、アノード21は、上流側が改質ガスEの雰囲気、下流側が酸化剤ガスAの雰囲気  
の状態になる。アノード21を、酸化雰囲気に起因した酸化が発生するリスクが低い環境下  
で、酸化剤ガスAによってパージすることで、濃度差のない均一な雰囲気に置換するこ  
とができ、起電力が生じない状況にすることができる。酸化剤ガスブロウ28でカソード2  
2に供給した酸化剤ガスAをアノード21に逆流させるに際し、オフガスライン64にオリ  
フィス64fが設けられているので、改質器11を介したアノード21への減少混合流  
体Rの供給を停止したときに、カソード22に供給された酸化剤ガスAをアノード21に  
導きやすくすることができる。なお、カソード22に供給する酸化剤ガスAの流量を、燃  
料電池20の発電時に供給していた流量よりも増加させることで、酸化剤ガスAをアノ  
ード21に逆流しやすくするようにしてもよい。

#### 【0053】

開閉弁(75v又は76v)を開にしたら(S6)、制御装置90は、アノード温度計

10

20

30

40

50

25で検知した温度が第3の所定の温度T3に低下したか否かを判断する(S7)。第3の所定の温度T3は、アノード21の酸化雰囲気起因した酸化及び電気化学反応による酸化が発生するリスクが低い任意の温度である。本実施の形態では、第3の所定の温度T3を90としていた。アノード温度計25で検知した温度が第3の所定の温度T3に低下したか否かを判断する工程(S7)において、第3の所定の温度T3に低下していない場合は、再び工程(S7)に戻る。他方、第3の所定の温度T3に低下した場合(図3中の時刻t5)、制御装置90は、工程(S6)で開にした開閉弁(75v又は76v)を閉にする(S8)。また、制御装置90は、酸化剤ガスプロワ28を停止して、カソード22への酸化剤ガスAの供給を停止する(S9)。このように、アノード温度計25で検知した温度が第3の所定の温度T3に低下した時点で酸化剤ガスプロワ28を停止することで、酸化剤ガスプロワ28の動力を削減することができる。

10

#### 【0054】

以上で説明したように、本実施の形態に係る燃料電池システム1によれば、燃料電池20における発電の際に用いられる酸化剤ガスプロワ28から供給される酸化剤ガスAによってアノード21に残存する減少混合流体Rをパージするので、特別な設備(典型的には流体機械)を設けることなく、改質器11及び燃料電池20の酸化を抑制しつつ迅速な降温を行うことができる。また、開閉弁(75v又は76v)を開にする(S6)直前まで改質器11への減少混合流体Rの供給を継続するので、改質器11及び燃料電池20の冷却を促進させることができ、改質器11及び燃料電池20の降温に要する時間を短縮することができる。

20

#### 【0055】

次に、図4及び図5を参照して、燃料電池20における発電を停止する際の燃料電池システム1の別の制御を説明する。図4は、燃料電池20における発電を停止する際の燃料電池システム1の別の制御を説明するフローチャートである。図5は、図4に示す制御を行う際の燃料電池システム1の要素の状態を示すタイムチャートである。図5中、上下に並んだ6つのグラフにおいて、横軸は各グラフ共通で時間を示し、縦軸は、上のグラフから順に、アノード温度計25で検知された温度、改質器温度計15で検知された温度、酸化剤ガスAの流量、原料Dの流量、改質水Wの流量、開閉弁75v又は開閉弁76vの開閉状態を示している。図4及び図5に示す別の制御は、図1に示す燃料電池システム1で行うことができる。以下の説明において燃料電池システム1の構成に言及しているときは、図1を参照することとする。

30

#### 【0056】

図4に示す別の制御では、制御装置90が図5中の時刻t1において、燃料電池20における発電を停止する旨の指令を受けたとき、燃料電池20の発電を停止し(発電停止工程:S1)、カソード22への酸化剤ガスAの供給を継続し(酸化剤ガス供給継続工程:S2)、減少混合流体Rを改質器11へ導入した後にアノード21に供給する(減少混合流体供給工程:S3)までは、図2に示す制御と同様である。図4に示す別の制御では、減少混合流体供給工程(S3)の後、改質器温度計15で検知した温度が第2の所定の温度T2に低下したか否かを判断する(S4A)。第2の所定の温度T2は、改質器11における原料Dの水蒸気改質に適した温度帯の下限付近(典型的には下限値)の温度であり、第1の所定の温度T1よりも高い温度である。本実施の形態では、第2の所定の温度T2を400としていた。改質器温度計15で検知した温度が第2の所定の温度T2に低下したか否かを判断する工程(S4A)において、第2の所定の温度T2に低下していない場合は、再び工程(S4A)に戻る。他方、第2の所定の温度T2に低下した場合(図5中の時刻t2)、制御装置90は、原料プロワ16及び改質水ポンプ13を停止して、改質器11への減少混合流体Rの供給を停止する(S5)。

40

#### 【0057】

図4に示す別の制御では、改質器11への減少混合流体Rの供給を停止したら(S5)、制御装置90は、アノード温度計25で検知した温度が第1の所定の温度T1に低下したか否かを判断する(S5A)。この工程は、図2に示す制御における工程(S4)と同

50

様である。アノード温度計 25 で検知した温度が第 1 の所定の温度 T 1 に低下したか否かを判断する工程 ( S 5 A ) において、第 1 の所定の温度 T 1 に低下していない場合は、再び工程 ( S 5 A ) に戻る。他方、第 1 の所定の温度 T 1 に低下した場合 ( 図 5 中の時刻 t 3 )、制御装置 90 は、開閉弁 75 v 又は開閉弁 76 v を開にして ( S 6 )、酸化剤ガスブロー 28 によってカソード 22 に供給されていた酸化剤ガス A をアノード 21 に逆流させ、アノード 21 に残留していた減少混合流体 R を酸化剤ガス A によりパージする。開閉弁 75 v 又は開閉弁 76 v を開にする工程 ( S 6 ) 以降の、アノード温度計 25 で検知した温度が第 3 の所定の温度 T 3 に低下したか否かを判断する工程 ( S 7 )、第 3 の所定の温度 T 3 に低下したときに ( 図 5 中の時刻 t 5 ) 開閉弁 75 v 又は開閉弁 76 v を閉にする工程 ( S 8 )、カソード 22 への酸化剤ガス A の供給を停止する工程 ( S 9 ) は、図 2 に示す制御における対応する工程と同様である。 10

**【 0058 】**

以上で説明したように、図 4 に示す別の制御においても、燃料電池 20 における発電の際に用いられる酸化剤ガスブロー 28 によってアノード 21 に残存する減少混合流体 R をパージするので、特別な設備 ( 典型的には流体機械 ) を設けることなく、改質器 11 及び燃料電池 20 の酸化を抑制しつつ迅速な降温を行うことができる。また、図 4 に示す別の制御では、改質器温度計 15 で検知された温度が第 2 の所定の温度 T 2 まで低下したときに減少混合流体 R の供給を停止するので、減少混合流体 R 中の原料 D の改質が不十分なままアノード 21 に流入することを抑制することができ、ひいてはアノード 21 において原料 D が熱分解して炭素が析出することを抑制することができる。 20

**【 0059 】**

以上の説明では、原料供給部が原料ブロー 16 であるとしたが、元圧のある外部から原料 D が供給される配管に設けられた弁等であってもよい。また、酸化剤ガス供給部が酸化剤ガスブロー 28 であるとしたが、原料供給部と同様に、元圧のある外部から酸化剤ガス A が供給される配管に設けられた弁等であってもよい。

**【 0060 】**

以上の説明では、アノード温度検知器が、アノード 21 の温度を直接検知するアノード温度計 25 であるとしたが、アノード 21 に導入される流体の温度を検知するアノード入口温度計を設ける等のアノード 21 の温度を間接的に検知することとしてもよく、あるいは、アノード 21 の周囲の雰囲気を検知する等のアノード 21 の温度と相関を有する温度を検知することとしてもよい。 30

**【 0061 】**

以上の説明では、改質部温度検知器が、改質器 11 の内部の温度を直接検知する改質器温度計 15 であるとしたが、改質器 11 に導入される流体の温度を検知する改質器入口温度計を設ける等の改質器 11 の温度を間接的に検知することとしてもよく、あるいは、改質器 11 の周囲の雰囲気を検知する等の改質器 11 の温度と相関を有する温度を検知することとしてもよい。なお、改質部温度検知器は、上述の図 2 に示す制御等、改質器 11 の温度を燃料電池 20 における発電の停止時の制御に用いない場合は設置せずに省略するとよい。また、改質器 11 が燃料電池 20 と同じ筐体に収容されていて燃料電池 20 における発電の停止時は筐体内全体が概ね同じ温度となるような、改質器 11 の温度がアノード 21 の温度と同じ又はアノード 21 の温度から推測できる状況のときは、アノード温度検知器が改質部温度検知器を兼ねることとして、改質部温度検知器を別途設けずに省略してもよい。 40

**【 0062 】**

以上の説明では、オフガスライン 64 にオリフィス 64 f 等の絞り流路が設けられていることとしたが、絞り流路に代えて、開度を調節可能な開度調節装置 ( 典型的には流量調整弁 ) を設けることとしてもよい。開度調節装置を設けた場合、燃料電池 20 の発電を行っているときはオフガスライン 64 の抵抗を軽減するために開度を大きくし、燃料電池 20 の発電を停止した後にアノード 21 を酸化剤ガス A でパージするときは酸化剤ガス A をオフガスライン 64 よりもアノード 21 に流入させるために開度を小さくすることで、燃 50

料電池システム 1 の適切な運転及び停止が可能になる。なお、オリフィス 6 4 f 等の絞り流路あるいは開度調節装置は、オフガスライン 6 4 よりも下流側の排出口 6 5 e までの間（排ガス管 6 5）に設けられていてもよい。特に、開度調節装置を設ける場合は、極力下流側（熱交換部 3 6 の近傍）に設けることとすると、耐熱性能が比較的低いものも設置することが可能になるため好ましい。

#### 【 0 0 6 3 】

以上の説明では、開閉弁 7 5 v が配設された排出管 7 5 が、混合原料 M の流れ方向で気化器 1 4 の上流側の原料導入管 5 1 に接続されているとしたが、改質器 1 1 と気化器 1 4 の間の原料導入管 5 1 に接続されていてもよい。また、開閉弁 7 5 v が配設された排出管 7 5 と、開閉弁 7 6 v が配設された排出管 7 6 とが設けられていることとしたが、流体を系外に排出する排出管が一方に決まっている場合は、開にしない開閉弁が配設されている排出管を設けなくてもよい。あるいは、開閉弁 7 5 v が配設された排出管 7 5 及び / 又は開閉弁 7 6 v が配設された排出管 7 6 を設けることに代えて、酸化剤ガスブロウ 2 8 から吐出された酸化剤ガス A を、カソード 2 2 を経由せずにアノード 2 1 に導くバイパス管を設けることとしてもよい。

10

#### 【 0 0 6 4 】

図 6 は、本発明の実施の形態の変形例に係る燃料電池システム 1 A の燃料電池 2 0 まわりの部分系統図である。燃料電池システム 1 A では、燃料電池システム 1（図 1 参照）で設けられていた排出管 7 6 に代えて、バイパスライン 6 8 が設けられている。バイパスライン 6 8 は、酸化剤ガスブロウ 2 8 とカソード 2 2 との間の酸化剤ガス管 6 2 に一端が接続され、他端が改質ガス管 6 1 に接続されている。なお、バイパスライン 6 8 の他端は、アノード 2 1 に直接接続されていてもよい。バイパスライン 6 8 には、流路を開閉するバイパス弁 6 8 v が配設されている。バイパス弁 6 8 v は、制御装置 9 0（図 1 参照）と信号ケーブルで接続されており、制御装置 9 0（図 1 参照）からの指令により開閉が制御されるように構成されている。燃料電池システム 1 A では、オリフィス 6 4 f（図 1 参照）等の絞り流路は設けなくてもよい。燃料電池システム 1 A の上記以外の構成は、燃料電池システム 1（図 1 参照）と同様である。

20

#### 【 0 0 6 5 】

本変形例に係る燃料電池システム 1 A では、燃料電池 2 0 における発電を停止する際に図 2 又は図 4 に示す制御を行うにあたり、工程（S 6）において開閉弁 7 5 v 又は開閉弁 7 6 v を開にする代わりにバイパス弁 6 8 v を開にし、工程（S 8）において開閉弁 7 5 v 又は開閉弁 7 6 v を閉にする代わりにバイパス弁 6 8 v を閉にする。上記以外の工程は、図 2 又は図 4 に示す通りである。燃料電池システム 1 A では、工程（S 6）においてバイパス弁 6 8 v を開にすると、酸化剤ガス管 6 2 を流れる酸化剤ガス A の一部がバイパスライン 6 8 に流入し、酸化剤ガス A が、燃料電池 2 0 の発電時における流体の流れ方向で、アノード 2 1 及びカソード 2 2 の双方に流れることとなる。このようにすることで、アノード 2 1 への酸化剤ガス A の供給を安定させることができる。なお、バイパス弁 6 8 v を開けた際、酸化剤ガス A がアノード 2 1 に適切に供給されるように、酸化剤ガスブロウ 2 8 から吐出される酸化剤ガス A の流量を増加させることとしてもよい。

30

#### 【符号の説明】

40

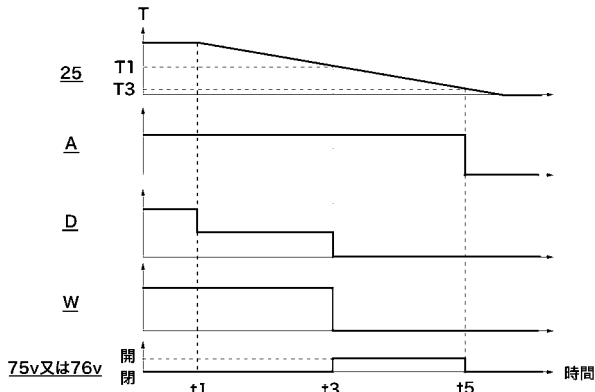
#### 【 0 0 6 6 】

- 1 燃料電池システム
- 1 1 改質器
- 1 3 改質水ポンプ
- 1 6 原料ブロウ
- 2 0 燃料電池
- 2 1 アノード
- 2 2 カソード
- 2 5 アノード温度計
- 2 8 酸化剤ガスブロウ

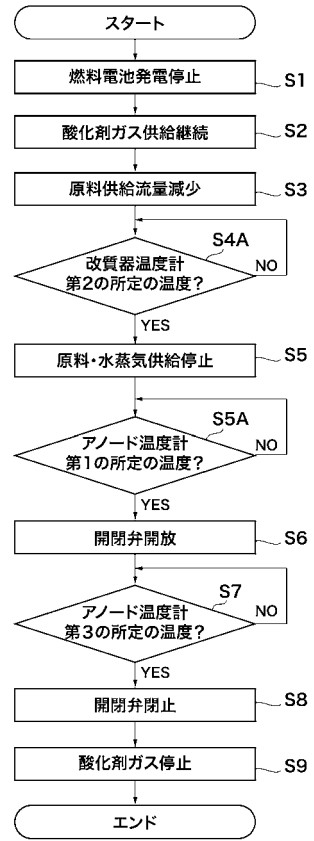
50



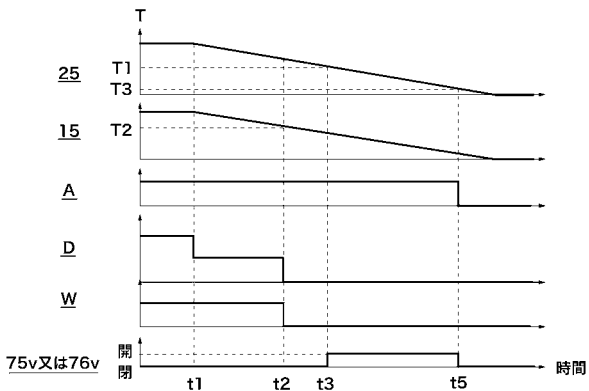
【 図 3 】



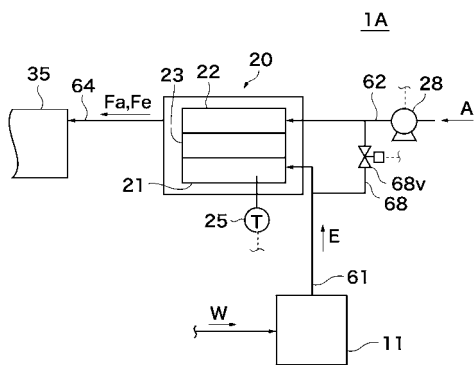
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5H127 AA07 AC05 BA12 BA13 BA33 BA34 BA37 BA57 BA59 BB02  
BB12 BB18 BB19 BB37 BB39 DA11 DB06 DB47 DB79 DC22  
DC28 DC29 DC42 DC56 DC58 DC81 DC83