

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6064782号  
(P6064782)

(45) 発行日 平成29年1月25日(2017.1.25)

(24) 登録日 平成29年1月6日(2017.1.6)

(51) Int.Cl.	F I		
HO 1 M 8/04701 (2016.01)	HO 1 M	8/04	G
HO 1 M 8/06 (2016.01)	HO 1 M	8/06	B
HO 1 M 8/0612 (2016.01)	HO 1 M	8/06	G
HO 1 M 8/04 (2016.01)	HO 1 M	8/04	J
HO 1 M 8/12 (2016.01)	HO 1 M	8/04	N

請求項の数 7 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2013-107205 (P2013-107205)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成25年5月21日(2013.5.21)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65) 公開番号	特開2014-229438 (P2014-229438A)	(74) 代理人	110001128 特許業務法人ゆうあい特許事務所
(43) 公開日	平成26年12月8日(2014.12.8)	(72) 発明者	土肥 康俊 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
審査請求日	平成27年9月4日(2015.9.4)	(72) 発明者	早坂 厚 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		審査官	清水 康

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

水蒸気を用いて炭化水素系の燃料を改質して燃料ガスを生成する複数の改質器(44)と、

前記燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応により電気エネルギーを出力する複数の燃料電池(10)と、を備え、

前記複数の改質器および前記複数の燃料電池は、前記改質器 前記燃料電池の順序で交互に直列に連結され、前段の前記燃料電池のオフガス中に含まれる水蒸気が後段の前記改質器へ流入するようになっており、

直列に連結された前記改質器および前記燃料電池を一つの連結体としたとき、

前記複数の改質器は、

後段側の前記連結体を構成する前記改質器(SR2)が、前段側の前記連結体を構成する前記燃料電池(FC1)に対して熱的に接触するように対面配置され、

前段側の前記連結体を構成する前記改質器(SR1)が、後段側の前記連結体を構成する前記燃料電池(FC2)に対して熱的に接触するように対面配置されていることを特徴とする燃料電池装置。

【請求項2】

前記複数の改質器は、最も後段側に位置する前記連結体を構成する前記改質器から順に、前段側に位置する前記連結体を構成する前記燃料電池に対して、熱的に接触していることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池装置。

**【請求項 3】**

前記複数の改質器は、  
前記燃料電池からの放射熱により加熱されるように、  
後段側の前記連結体を構成する前記改質器が、前段側の前記連結体を構成する前記燃料電池に対面配置され、

前段側の前記連結体を構成する前記改質器が、後段側の前記連結体を構成する前記燃料電池に対面配置されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の燃料電池装置。

**【請求項 4】**

前記燃料電池に供給される前の前記酸化剤ガスを加熱する複数の酸化剤ガス予熱器（33）を備え、

前記複数の酸化剤ガス予熱器それぞれは、前記燃料電池に対して熱的に接触するように構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つに記載の燃料電池装置。

**【請求項 5】**

前記複数の酸化剤ガス予熱器は、前記燃料電池からの放射熱により加熱されるように、前記燃料電池に対面配置されていることを特徴とする請求項 4 に記載の燃料電池装置。

**【請求項 6】**

前記燃料電池に供給される前の前記酸化剤ガスを加熱する複数の酸化剤ガス予熱器（33）を備え、

前記複数の酸化剤ガス予熱器それぞれは、前記燃料電池からの放射熱により加熱されるように、前記燃料電池における前記改質器と対向する面の反対側に対面配置されていることを特徴とする請求項 3 に記載の燃料電池装置。

**【請求項 7】**

前記複数の改質器へ前記燃料を供給する単一の燃料ポンプ（42）と、  
前記燃料ポンプから供給される前記燃料を前記複数の改質器に対して分配する燃料分配部（45）と、

前記燃料分配部に設けられ、前記複数の改質器へ分配する前記燃料の分配量を調整する流量調整手段（45a）と、

を備えることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 つに記載の燃料電池装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、燃料電池および改質器を複数備える燃料電池装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来、固体酸化物型燃料電池の如く、作動温度が高温（500 ～ 1000）となる高温型の燃料電池を備える燃料電池装置として、燃料電池の発電時に生ずる熱を、改質器における改質反応の促進等に利用するものが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

**【0003】**

この特許文献 1 では、燃料電池に対して水蒸気改質を行う改質器を対面配置することで、燃料電池で生ずる熱を改質器に供給して、改質器における改質反応の促進を図っている。なお、特許文献 1 には、燃料電池および改質器を対面配置してなるモジュールを複数設置する構成も開示されている。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開 2011 - 238363 号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】**

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 5 】

ところで、燃料電池および改質器を対面配置してなるモジュールを複数設置する構成において、各改質器それぞれに水蒸気を供給する水供給系を設けると、水供給系の構成機器が著しく増加してしまう。

## 【 0 0 0 6 】

ここで、燃料電池では、改質器にて生成された燃料ガスの例えば 80% ~ 90% が、酸素との電気化学反応に利用され、残りの未反応の燃料ガスおよび内部で生成された水（水蒸気）等がオフガスとして排出される。

## 【 0 0 0 7 】

この点に着眼し、本発明者らは、燃料電池および改質器を複数備える燃料電池装置において、改質器と燃料電池とを交互に直列に連結することで、前段側の燃料電池から排出されるオフガス中の水蒸気を後段側の改質器の改質反応に利用する構成を案出した。

10

## 【 0 0 0 8 】

図 8 は、本発明者らが案出した燃料電池装置の一例（以下、案出例と呼ぶ。）である。この案出例では、図 8 に示すように、燃料電池の熱が改質器に供給されるように、前段側で直列に連結された改質器 S R 1 と燃料電池 F C 1 とを対面配置すると共に、後段側で直列に接続された改質器 S R 2 と燃料電池 F C 2 とを対面配置する構成としている。

## 【 0 0 0 9 】

これによれば、燃料電池 F C 1、F C 2 で生ずる熱が改質器 S R 1、S R 2 に供給されると共に、前段側の燃料電池 F C 1 のオフガス中に含まれる水蒸気が後段側の改質器 S R 2 へ供給される。このため、各改質器 S R 1、S R 2 における改質反応の促進を図りつつ、水供給系の簡素化を図ることが可能となる。なお、前段とは、直列に連結された改質器および燃料電池における水蒸気の流れ方向における上流側を意味し、後段とは、直列に連結された改質器および燃料電池における水蒸気の流れ方向における下流側を意味する。

20

## 【 0 0 1 0 】

ところが、本発明者らが更に調査研究を進めたところ、図 8 の如く燃料電池装置を構成すると、改質器と燃料電池と間の熱量バランスが悪いことが判明した。この点について、以下に説明する。

## 【 0 0 1 1 】

後段側の改質器 S R 2 には、高温のオフガスが流入することから、改質時に必要とされる吸熱量が少なくなる。一方、改質器 S R 2 に対面配置された燃料電池 F C 2 は、その内部で水蒸気や二酸化炭素等の不活性ガスの濃度が高くなり、発電効率が低下して発電ロスによる発熱量が増加してしまう。

30

## 【 0 0 1 2 】

このため、後段側の燃料電池 F C 2 に改質器 S R 2 を対面配置すると、燃料電池 F C 2 の熱を改質器 S R 2 で吸熱できず、燃料電池 F C 2 の温度が過度に上昇してしまう虞がある。このことは、後段側の燃料電池 F C 2 に後段側の改質器 S R 2 を対面配置する場合に限らず、燃料電池 F C 2 の熱が改質器 S R 2 へ供給される構成において生ずる。

## 【 0 0 1 3 】

また、前段側の改質器 S R 1 には、燃料電池 F C 1 のオフガスよりも低温となる燃料および水蒸気が流入することから、改質時に必要とされる吸熱量が多くなる。一方、改質器 S R 1 に対面配置された燃料電池 F C 1 は、その内部における燃料ガスの濃度が高く、発電効率が良いことから発電ロスによる発熱量が少ない。

40

## 【 0 0 1 4 】

このため、前段側の燃料電池 F C 1 に改質器 S R 1 を対面配置すると、燃料電池 F C 1 から改質器 S R 1 へ供給される熱量が不足し、改質器 S R 1 における改質反応を適切に促進できなくなってしまう虞がある。このことは、前段側の燃料電池 F C 1 に前段側の改質器 S R 1 を対面配置する場合に限らず、燃料電池 F C 1 の熱が改質器 S R 1 へ供給される構成において生ずる。

## 【 0 0 1 5 】

50

本発明は上記点に鑑みて、燃料電池および改質器を複数備える燃料電池装置において、水供給系の簡素化を図りつつ、燃料電池と改質器との間の熱量バランスの悪化を抑制可能とすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0016】

上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、水蒸気を用いて炭化水素系の燃料を改質して燃料ガスを生成する複数の改質器(44)と、燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応により電気エネルギーを出力する複数の燃料電池(10)と、を備え、複数の改質器および複数の燃料電池は、改質器 燃料電池の順序で交互に直列に連結され、前段の燃料電池のオフガス中に含まれる水蒸気が後段の改質器へ流入するようになっており、直列に連結された改質器および燃料電池を一つの連結体としたとき、複数の改質器は、後段側の連結体を構成する改質器(SR2)が、前段側の連結体を構成する燃料電池(FC1)に対して熱的に接触するように対面配置され、前段側の連結体を構成する改質器(SR1)が、後段側の連結体を構成する燃料電池(FC2)に対して熱的に接触するように対面配置されていることを特徴としている。

10

【0017】

これによれば、前段側の燃料電池のオフガス中に含まれる水蒸気が後段側の改質器へ供給されるので、各改質器に対して個別に水供給系を設置する必要がない。

【0018】

加えて、発熱量が少ない前段側の燃料電池に対して吸熱量が少ない後段側の改質器を熱的に接触させる構成とすることで、燃料電池の熱を改質器にて適切に吸熱させることができるので、燃料電池の温度が過度に上昇してしまうことを抑制できる。

20

【0019】

また、発熱量が多い後段側の燃料電池に対して吸熱量が多い前段側の改質器を熱的に接触させる構成とすることで、燃料電池から改質器へ熱量を十分に供給することができるので、改質器における改質反応を適切に促進させることができる。

【0020】

このように、本発明によれば、水供給系の簡素化を図りつつ、改質器と燃料電池と間の熱量バランスの悪化を効果的に抑制することが可能となる。

30

【0021】

ここで、請求項に記載の「熱的に接触する」とは、熱伝達が可能なように部材同士が直接的に接触している状態だけでなく、仮に部材間が離間したとしても、部材間の空間を介して部材同士の熱伝達が可能となっている状態を含む意味である。このことは、後述の「発明を実施するための形態」においても同様である。

【0022】

なお、この欄および特許請求の範囲に記載した各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係の一例を示すものである。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】第1実施形態に係る燃料電池装置を含むシステムの全体構成図である。

【図2】第1実施形態に係る燃料電池装置の概略構成図である。

【図3】第1実施形態に係る燃料電池装置の変形例を示す概略構成図である。

【図4】第2実施形態に係る燃料電池装置の概略構成図である。

【図5】第2実施形態に係る燃料電池装置の配置形態を示す模式図である。

【図6】第2実施形態に係る燃料電池装置の配置形態の変形例を示す模式図である。

【図7】第2実施形態に係る燃料電池装置の配置形態の変形例を示す模式図である。

【図8】本発明者が案出した燃料電池装置の一例を示す概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

40

50

以下、本発明の実施形態について図に基づいて説明する。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、図中、同一符号を付してある。

【0025】

(第1実施形態)

第1実施形態について説明すると、図1、図2に示すように、本実施形態の燃料電池システムは、作動温度が高温(500 ~ 1000)となる固体酸化物型の燃料電池10、および改質器44を複数備える燃料電池装置1を含んで構成されている。

【0026】

まず、燃料電池装置1における主要な構成機器の概略を説明し、燃料電池装置1における具体的な内部構造については後述する。

10

【0027】

燃料電池10は、燃料ガスおよび酸化剤ガス(本実施形態では空気)の電気化学反応により電気エネルギーを出力する発電セル(図示略)を積層したスタック構造となっている。なお、発電セルのセル形状は、平板型および円筒型のいずれで構成されていてもよい。

【0028】

発電セルは、固体酸化物電解質、空気極(カソード)、燃料極(アノード)で構成されている。本実施形態の発電セルは、炭化水素系の燃料であるメタン( $\text{CH}_4$ )を改質して生成される水素( $\text{H}_2$ )、および一酸化炭素( $\text{CO}$ )を燃料ガスとしている。なお、使用する燃料は、炭化水素系の燃料であればメタン以外を採用してもよい。

【0029】

各発電セルでは、以下の反応式[化1]、[化2]に示す水素および酸素の電気化学反応により、電気エネルギーが出力される。

(燃料極)  $2\text{H}_2 + 2\text{O}^{2-} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \cdots$  [化1]

(空気極)  $\text{O}_2 + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{O}^{2-} \cdots$  [化2]

また、各発電セルでは、以下の反応式[化3]、[化4]に示す一酸化炭素( $\text{CO}$ )および酸素の電気化学反応により、電気エネルギーが出力される。

(燃料極)  $2\text{CO} + 2\text{O}^{2-} \rightarrow 2\text{CO}_2 + 4\text{e}^- \cdots$  [化3]

(空気極)  $\text{O}_2 + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{O}^{2-} \cdots$  [化4]

なお、燃料電池10にて発電に利用される水素および一酸化炭素は、それぞれ水蒸気および二酸化炭素になる。このため、燃料電池10から排出されるオフガスには、未反応の燃料ガス(水素および一酸化炭素)の他、水蒸気および二酸化炭素が含まれている。

20

30

【0030】

また、改質器44は、燃料電池10の外部において、水蒸気を用いて炭化水素系の燃料を改質して燃料ガスを生成する燃料ガス生成器である。改質器44では、以下の反応式[化5]に示す改質反応、および反応式[化6]に示すシフト反応により燃料ガス(水素、一酸化炭素)が生成される。

$\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2 \cdots$  [化5]

$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2 \cdots$  [化6]

なお、改質器44における改質反応は、吸熱反応であり、高温の条件下で行うことで、高転化率の改質反応を実現することができる。

40

【0031】

続いて、燃料電池装置1における空気、燃料、水蒸気の各供給系について説明する。本実施形態の燃料電池装置1には、空気を供給する空気供給経路3、燃料を供給する燃料供給経路4、および水蒸気を供給する水供給経路5が接続されている。

【0032】

空気供給経路3には、上流側から順に、塵や埃等を除去する空気フィルタ31、空気を圧送する空気用ブロワ32、空気予熱器33が設けられている。空気予熱器33は、空気用ブロワ32から圧送された空気を、後述する燃焼器71で生成した燃焼ガスと熱交換させて加熱し、加熱した空気を燃料電池装置1へと供給する酸化剤ガス予熱器である。

【0033】

50

燃料供給経路 4 には、上流側から順に、燃料に含まれる硫黄成分を除去する脱硫器 4 1、燃料を圧送する燃料ポンプ 4 2、燃料予熱器 4 3 が設けられている。燃料予熱器 4 3 は、燃料電池装置 1 の各改質器 4 4 における改質反応の促進するために、燃料ポンプ 4 2 から圧送された燃料を後述する燃焼器 7 1 で生成した燃焼ガスと熱交換させて加熱するものである。

#### 【 0 0 3 4 】

水供給経路 5 には、上流側から順に、純水器 5 1、水ポンプ 5 2、気化器 5 3 が設けられている。水ポンプ 5 2 は、気化器 5 3 を介して水蒸気を燃料電池装置 1 へ供給するものであり、気化器 5 3 は、純水器 5 1 を介して水ポンプ 5 2 から供給される水を、後述する燃焼器 7 1 で精製した燃焼ガスと燃焼ガスと熱交換させて蒸発させる蒸発器である。

10

#### 【 0 0 3 5 】

続いて、燃料電池装置 1 からのオフガスの排出系について説明する。本実施形態の燃料電池装置 1 には、燃料電池 1 0 の空気極側のオフガスを外部に排出する空気排出経路 7 a、および燃料電池 1 0 の燃料極側のオフガスを外部に排出する燃料排出経路 7 b が接続されている。各排出経路 7 a、7 b は、燃焼器 7 1 に接続されている。

#### 【 0 0 3 6 】

燃焼器 7 1 は、各オフガスを混合した混合ガスを可燃ガスとして燃焼させることで、燃料電池装置 1 へ供給する空気や燃料の予熱等の熱源として利用される高温の燃焼ガスを生成するものである。なお、燃焼器 7 1 は、バーナによる燃焼形式、および燃焼触媒による燃焼形式のいずれで構成されていてもよい。

20

#### 【 0 0 3 7 】

この燃焼器 7 1 には、高温の燃焼ガスを排出する燃焼ガス経路 7 が接続されている。燃焼ガス経路 7 は、内部を流れる燃焼ガスの熱を有効利用するために、上流側から順に空気予熱器 3 3、燃料予熱器 4 3、気化器 5 3 といった機器に接続されている。なお、各機器 3 3、4 3、5 3 への燃焼ガスを流す順序は、各機器 3 3、4 3、5 3 にて必要とされる熱量に応じて変更してもよい。

#### 【 0 0 3 8 】

次に、本実施形態の燃料電池装置 1 の内部構造について図 2 を用いて詳述する。本実施形態の燃料電池装置 1 は、2 つの燃料電池 1 0、および燃料電池 1 0 と同数の改質器 4 4 を備えている。

30

#### 【 0 0 3 9 】

各燃料電池 1 0 および各改質器 4 4 は、改質器 4 4 燃料電池 1 0 の順序で交互に直列に連結され、前段（水蒸気流れ上流側）の燃料電池 1 0 のオフガス中に含まれる水蒸気が後段（水蒸気流れ下流側）の改質器 4 4 へ流入するようになっている。言い換えると、改質器 4 4 燃料電池 1 0 の順序で直列に連結された改質器 4 4、燃料電池 1 0 を一つの連結体としたとき、後段側の連結体を構成する第 2 改質器 S R 2 が、前段側の連結体を構成する第 1 燃料電池 F C 1 の出口側に接続されている。

#### 【 0 0 4 0 】

具体的には、各改質器 4 4 のうち、前段側の連結体を構成する第 1 改質器 S R 1 は、燃料分配部 4 5 を介して燃料供給経路 4 に接続されると共に、水供給経路 5 に接続されている。

40

#### 【 0 0 4 1 】

また、各燃料電池 1 0 のうち、前段側の連結体を構成する第 1 燃料電池 F C 1 は、空気分配部 3 5 を介して空気供給経路 3 に接続されると共に、燃料ガス流路 6 1 を介して第 1 改質器 S R 1 の出口側に接続されている。なお、燃料ガス流路 6 1 は、改質器 4 4 にて生成された燃料ガスを燃料電池 1 0 へ導く流路である。

#### 【 0 0 4 2 】

一方、各改質器 4 4 のうち、後段側の連結体を構成する第 2 改質器 S R 2 は、第 1 燃料電池 1 の燃料極側のオフガスが流れる燃料オフガス流路 6 2 に接続されると共に、燃料分配部 4 5 を介して燃料供給経路 4 に接続されている。

50

## 【 0 0 4 3 】

また、各燃料電池 1 0 のうち、後段側の連結体を構成する第 2 燃料電池 F C 2 は、空気分配部 3 5 を介して空気供給経路 3 に接続されると共に、燃料ガス流路 6 1 を介して第 2 改質器 S R 2 の出口側に接続されている。

## 【 0 0 4 4 】

なお、各燃料電池 1 0 は、空気側のオフガスが流れる空気オフガス流路 3 6 を介して空気排出経路 7 a に接続されている。また、後段側の連結体を構成する第 2 燃料電池 F C 2 は、第 2 燃料電池 F C 2 の燃料極側のオフガスが流れる燃料オフガス流路 6 2 を介して燃料排出経路 7 b に接続されている。

## 【 0 0 4 5 】

また、前述の燃料分配部 4 5 は、燃料ポンプ 4 2 から供給される燃料を各改質器 4 4 に対して分配するための流路であり、各改質器 4 4 に接続されている。燃料分配部 4 5 には、各改質器 4 4 への燃料の分配量を調整する流量調整手段として流量調整弁 4 5 a が設けられている。

## 【 0 0 4 6 】

ここで、第 2 改質器 S R には、燃料分配部 4 5 を介して流入する燃料に加えて、第 1 燃料電池 F C 1 から未反応燃料が流入する。このため、流量調整弁 4 5 a は、燃料分配部 4 5 を介して第 2 改質器 S R 2 に流入する燃料の流入量が燃料分配部 4 5 を介して第 1 改質器 S R 1 に流入する燃料の流入量よりも少なくなるように構成されている。

## 【 0 0 4 7 】

流量調整弁 4 5 a としては、例えば、燃料分配部 4 5 における第 2 改質器 S R 2 へ至る流路の通路開度を絞る固定絞りで構成することができる。なお、流量調整弁 4 5 a は、固定絞りに限定されず、通路開度を変更可能な可変絞りで構成してもよい。

## 【 0 0 4 8 】

また、本実施形態では、各燃料電池 1 0 の発電時に放出される熱（放射熱）を各改質器 4 4 における改質反応に有効利用するために、燃料電池 1 0 に対して改質器 4 4 を熱的に接触させる構成を採用している。

## 【 0 0 4 9 】

前述の [ 発明が解決しようとする課題 ] で説明したように、直列に連結された改質器 4 4 および燃料電池 1 0 を単純に熱的に接触させる構成とすると、改質器 4 4 と燃料電池 1 0 との間の熱量バランスが悪化する虞がある。

## 【 0 0 5 0 】

そこで、本実施形態では、後段側の連結体を構成する第 2 改質器 S R 2 を、前段側の第 1 燃料電池 F C 1 に対して熱的に接触するように構成し、前段側の連結体を構成する第 1 改質器 S R 1 を後段側の第 2 燃料電池 F C 2 に対して熱的に接触するように構成している。

## 【 0 0 5 1 】

具体的には、前段側の連結体を構成する第 1 燃料電池 F C 1 の放射熱が後段側の連結体を構成する第 2 改質器 S R 2 へ供給されるように、第 1 燃料電池 F C 1 および第 2 改質器 S R 2 を同一の断熱ケーシング 1 1 内に收容している。さらに、本実施形態では、第 1 燃料電池 F C 1 の放射熱により第 2 改質器 S R 2 が充分に加熱されるように、第 1 燃料電池 F C 1 に対して第 2 改質器 S R 2 を対面配置している。

## 【 0 0 5 2 】

また、後段側の連結体を構成する第 2 燃料電池 F C 2 の放射熱が前段側の連結体を構成する第 1 改質器 S R 1 へ供給されるように、第 2 燃料電池 F C 2 および第 1 改質器 S R 1 を同一の断熱ケーシング 1 1 内に收容している。さらに、本実施形態では、第 2 燃料電池 F C 2 の放射熱により第 1 改質器 S R 1 が充分に加熱されるように、第 2 燃料電池 F C 2 に対して第 1 改質器 S R 1 を対面配置している。

## 【 0 0 5 3 】

次に、上記構成に係る燃料電池システムの作動について説明する。図示しないコントロ

10

20

30

40

50

ーラからの制御指令により、燃料電池システムの運転が開始されると、空気用ブロワ 3 2、燃料ポンプ 4 2、水ポンプ 5 2 等が作動する。

【 0 0 5 4 】

空気供給経路 3 では、空気用ブロワ 3 2 にて圧送された空気が空気予熱器 3 3 にて所望の温度となるまで加熱された後、燃料電池装置 1 へ供給され、空気分配部 3 5 を介して各燃料電池 1 0 へ分配される。

【 0 0 5 5 】

燃料供給経路 4 では、燃料ポンプ 4 2 にて圧送された燃料が、燃料予熱器 4 3 にて所望の温度まで加熱された後、燃料電池装置 1 へ供給され、燃料分配部 4 5 を介して各改質器 4 4 へ分配される。

10

【 0 0 5 6 】

また、水供給経路 5 では、水ポンプ 5 2 にて圧送された水が、気化器 5 3 にて水蒸気となるまで加熱された後、燃料電池装置 1 へ供給され、各改質器 4 4 のうち、前段側の連結体を構成する第 1 改質器 S R 1 へ流入する。

【 0 0 5 7 】

燃料電池装置 1 では、前段側の連結体を構成する第 1 改質器 S R 1 にて燃料および水蒸気の改質反応により水素リッチな燃料ガスが生成される。そして、第 1 改質器 S R 1 にて生成された燃料ガスが第 1 燃料電池 F C 1 へ流入する。

【 0 0 5 8 】

第 1 燃料電池 F C 1 では、燃料ガスおよび空気が供給されると、水素および一酸化炭素を燃料として前述の反応式 [ 化 1 ] ~ [ 化 4 ] に示す電気化学反応により、電気エネルギーを出力する。

20

【 0 0 5 9 】

その後、第 1 燃料電池 F C 1 における燃料極側のオフガスは、新規な燃料と共に後段側の連結体を構成する第 2 改質器 S R 2 へ流入する。なお、第 2 改質器 S R 2 に流入するオフガスには、第 1 燃料電池 F C 1 における未反応の燃料ガスや第 1 燃料電池 F C 1 で生成された水蒸気が含まれている。

【 0 0 6 0 】

第 2 改質器 S R 2 では、前段側の連結体を構成する第 1 燃料電池 F C 1 のオフガスに含まれる水蒸気および燃料の改質反応により水素リッチな燃料ガスが生成される。そして、第 2 改質器 S R 2 にて生成された燃料ガスが第 2 燃料電池 F C 2 へ流入する。

30

【 0 0 6 1 】

第 2 燃料電池 F C 2 では、燃料ガスおよび空気が供給されると、水素および一酸化炭素を燃料として前述の反応式 [ 化 1 ] ~ [ 化 4 ] に示す電気化学反応により、電気エネルギーを出力する。

【 0 0 6 2 】

その後、第 2 燃料電池 F C 2 から排出された各オフガスは、燃料電池装置 1 の外部に設置された燃焼器 7 1 にて燃焼される。そして、燃焼器 7 1 にて生ずる高温の燃焼ガスは、燃焼ガス経路 7 を介して空気予熱器 3 3、燃料予熱器 4 3、気化器 5 3 に流れ、各機器における熱源として利用された後に排出される。

40

【 0 0 6 3 】

以上説明した本実施形態の燃料電池装置 1 では、後段側の第 2 改質器 S R 2 を前段側の第 1 燃料電池 F C 1 に対して熱的に接触するように構成し、前段側の第 1 改質器 S R 1 を後段側の第 2 燃料電池 F C 2 に対して熱的に接触するように構成している。

【 0 0 6 4 】

これによれば、前段側の第 1 燃料電池 F C 1 のオフガス中に含まれる水蒸気が後段側の第 2 改質器 S R 2 へ供給されるので、各改質器 4 4 に対して個別に水ポンプ 5 2 や気化器 5 3 等の水供給系を設置する必要がない。

【 0 0 6 5 】

加えて、発熱量が少ない前段側の第 1 燃料電池 F C 1 に対して吸熱量が少ない後段側の

50

第2改質器SR2を同一の断熱ケーシング11内に收容し、前段側の第1燃料電池FC1に対して後段側の第2改質器SR2を熱的に接触させる構成としている。

【0066】

これによれば、同一の断熱ケーシング11内に收容された燃料電池10の熱を改質器44にて適切に吸熱することができるので、燃料電池10の温度が過度に上昇してしまうことを抑制できる。

【0067】

また、発熱量が多い後段側の第2燃料電池FC2に対して吸熱量が多い前段側の第1改質器SR1を同一の断熱ケーシング11内に收容し、後段側の第2燃料電池FC2に対して前段側の第1改質器SR1を熱的に接触させる構成としている。

10

【0068】

これによれば、同一の断熱ケーシング11内に收容された燃料電池10から改質器44へ熱量を十分に供給することができるので、改質器44における改質反応を適切に促進させることができる。

【0069】

このように、本実施形態の燃料電池装置1によれば、水供給系の簡素化を図りつつ、改質器44と燃料電池10と間の熱量バランスの悪化を効果的に抑制することが可能となる。

【0070】

特に、本実施形態の燃料電池装置1では、前段側の第1燃料電池FC1に対して後段側の第2改質器SR2を対面配置すると共に、後段側の第2燃料電池FC2に対して前段側の第1改質器SR1を対面配置する構成としている。これによれば、燃料電池10の発電時の放射熱を改質器44へ十分に供給することが可能となる。

20

【0071】

また、本実施形態の燃料電池装置1では、燃料分配部45により単一の燃料ポンプ42から供給された燃料を各改質器44へ分配する構成としているので、水供給系に加えて、燃料供給系の簡素化も図ることができる。また、燃料分配部45に流量調整弁45aを設けているので、各改質器44への燃料の分配量を適切に調整することができる。

【0072】

ここで、本実施形態では、改質器44および燃料電池10の連結体を2段備える燃料電池装置1について説明したが、これに限定されない。

30

【0073】

例えば、燃料電池装置1を改質器44および燃料電池10の連結体を多段備える構成としてもよい。この場合、図3に示すように、各改質器44のうち、最も後段の連結体を構成する改質器44から順に、前段側に位置する連結体を構成する燃料電池10に対して熱的に接触するように構成すればよい。

【0074】

具体的には、改質器44および燃料電池10の連結体をn段備える燃料電池装置1では、「n」段目の改質器SRnを「1」段目の燃料電池FC1に対して熱的に接触させ、「n-1」段目の改質器SRn-1を「2」段目の燃料電池FC1に対して熱的に接触させる。つまり、「i」段目(i:2~n)の連結体を構成する改質器SRiを「n-i+1」番目の連結体を構成する燃料電池FCn-i+1に対して熱的に接触させる構成とすればよい。

40

【0075】

(第2実施形態)

次に、第2実施形態について説明する。本実施形態では、燃料電池装置1の構成要素を変更している点が第1実施形態と相違している。本実施形態では、第1実施形態と同様または均等な部分についての説明を省略、または簡略化して説明する。

【0076】

本実施形態では、図4に示すように、空気予熱器33を複数に分割し、各空気予熱器3

50

3が各燃料電池10に対して熱的に接触するように、燃料電池10と同一の断熱ケーシング11内に收容している。なお、本実施形態では、複数に分割された各空気予熱器33が燃料電池装置1の構成要素となる。

【0077】

本実施形態の空気予熱器33は、断熱ケーシング11内において、燃料電池10からの放射熱により加熱されるように、燃料電池10に対面配置されている。この際、改質器44と空気予熱器33との熱交換を抑制するために、各空気予熱器33を、燃料電池10における改質器44と対向する面の反対側に対面配置することが望ましい。

【0078】

その他の構成は、第1実施形態と同様である。本実施形態の構成によれば、第1実施形態で説明した効果に加えて、次の効果を奏する。すなわち、本実施形態では、燃料電池10と空気予熱器33を同一の断熱ケーシング11内に收容しているので、燃料電池10からの放射熱を空気予熱器33における空気の加熱に有効利用することができる。

【0079】

特に、本実施形態では、各燃料電池10に対して空気予熱器33を対面配置する構成としているので、燃料電池10の発電時の放射熱を空気予熱器33へ十分に供給することが可能となる。この際、燃料電池10における改質器44と対向する面の反対側に空気予熱器33を対面配置しているので、改質器44と空気予熱器33との間の熱交換を抑制することができる。

【0080】

ここで、本実施形態では、燃焼器71を燃料電池装置1の外部に設ける構成としているが、これに限定されない。すなわち、燃焼器71を複数に分割して、各断熱ケーシング11の内部に個別に收容するようにしてもよい。この点については、空気予熱器33を備えない第1実施形態の燃料電池装置1においても同様である。

【0081】

例えば、燃料電池10および改質器44の連結体を2段備える燃料電池装置1では、図5に示すように、2つに分割された燃焼器71それぞれを改質器44に隣接して配置すればよい。また、燃料電池10および改質器44を4段備える燃料電池装置1では、図6に示すように、4つに分割された燃焼器71それぞれを改質器44に隣接して配置すればよい。なお、各燃焼器71は、燃焼器71の熱の外部への放熱を抑制するため、燃料電池装置1の中心側に配置することが望ましい。

【0082】

これによれば、燃料電池10の放射熱および燃焼器71の熱が改質器44に供給されるので、改質器44における改質反応を効果的に促進させることが可能となる。また、各燃焼器71を燃料電池装置1の中心側に配置することで、燃焼器71の熱が外部へ放熱されてしまうことを抑制することが可能となる。

【0083】

また、本実施形態では、燃料電池10および改質器44の連結体それぞれを個別に断熱ケーシング11内に收容する例について説明したが、これに限定されない。例えば、図7に示すように、燃料電池10および改質器44の連結体それぞれを単一の断熱ケーシング11内に收容してもよい。この場合、空気予熱器33および燃焼器71は、燃料電池10の数に合わせて分割することなく、各燃料電池10に対して空気予熱器33を対面配置し、各改質器44に対して燃焼器71を隣接して配置すればよい。

【0084】

(他の実施形態)

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した範囲内において適宜変更が可能である。例えば、以下のように種々変形可能である。

【0085】

(1) 上述の各実施形態では、燃料電池10と改質器44を同一の断熱ケーシング11

10

20

30

40

50

内に收容することで、改質器 4 4 を燃料電池 1 0 に対して熱的に接触させる例について説明したが、これに限定されない。燃料電池 1 0 から改質器 4 4 へ熱が供給される構成であれば、例えば、断熱ケーシング 1 1 を廃し、燃料電池 1 0 に対して改質器 4 4 を対面配置する構成としてもよい。

【 0 0 8 6 】

( 2 ) 上述の第 2 実施形態では、燃料電池 1 0 と空気予熱器 3 3 を同一の断熱ケーシング 1 1 内に收容することで、空気予熱器 3 3 を燃料電池 1 0 に対して熱的に接触させる例について説明したが、これに限定されない。燃料電池 1 0 から空気予熱器 3 3 へ熱が供給される構成であれば、例えば、断熱ケーシング 1 1 を廃し、燃料電池 1 0 に対して空気予熱器 3 3 を対面配置する構成としてもよい。

10

【 0 0 8 7 】

( 3 ) 上述の各実施形態では、燃料電池装置 1 に燃料分配部 4 5 を設け、単一の燃料ポンプ 4 2 から各改質器 4 4 へ燃料を分配させる構成とする例について説明したが、これに限定されない。例えば、燃料ポンプ 4 2 を複数設け、各改質器 4 4 に対して個別に燃料を供給するようにしてもよい。

【 0 0 8 8 】

( 4 ) 上述の各実施形態の如く、燃料分配部 4 5 に流量調整弁 4 5 a を設けることが望ましいが、これに限定されず、流量調整弁 4 5 a を省略してもよい。

【 0 0 8 9 】

( 5 ) 上述の各実施形態では、燃料電池 1 0 として高温で作動する固体酸化物型の燃料電池を用いる例について説明したが、これに限らず、例えば、燃料電池 1 0 として高温で作動する溶融炭酸塩型の燃料電池を用いてもよい。

20

【 0 0 9 0 】

( 6 ) 上述の各実施形態は、互いに無関係なものではなく、組み合わせが明らかに不可な場合を除き、適宜組み合わせが可能である。

【 0 0 9 1 】

( 7 ) 上述の各実施形態において、実施形態を構成する要素は、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではないことは言うまでもない。

【 0 0 9 2 】

( 8 ) 上述の各実施形態において、実施形態の構成要素の個数、数値、量、範囲等の数値が言及されている場合、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに特定の数に限定される場合等を除き、その特定の数に限定されない。

30

【 0 0 9 3 】

( 9 ) 上述の各実施形態において、構成要素等の形状、位置関係等に言及するときは、特に明示した場合および原理的に特定の形状、位置関係等に限定される場合等を除き、その形状、位置関係等に限定されない。

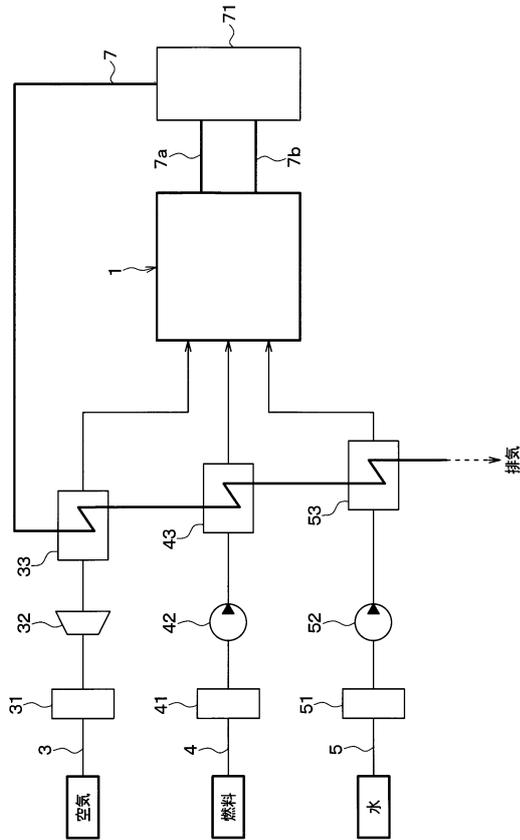
【 符号の説明 】

【 0 0 9 4 】

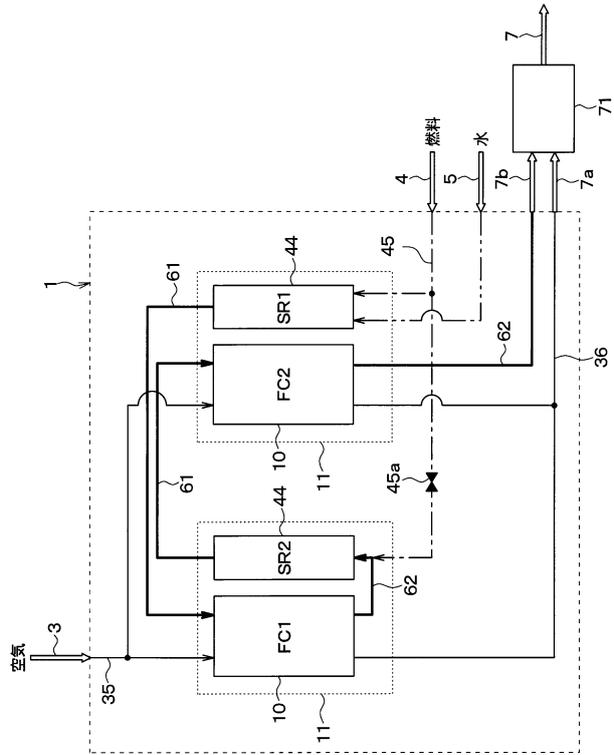
- |     |                      |
|-----|----------------------|
| 1   | 燃料電池装置               |
| 1 0 | 燃料電池 ( F C 1、F C 2 ) |
| 4 4 | 改質器 ( S R 1、S R 2 )  |

40

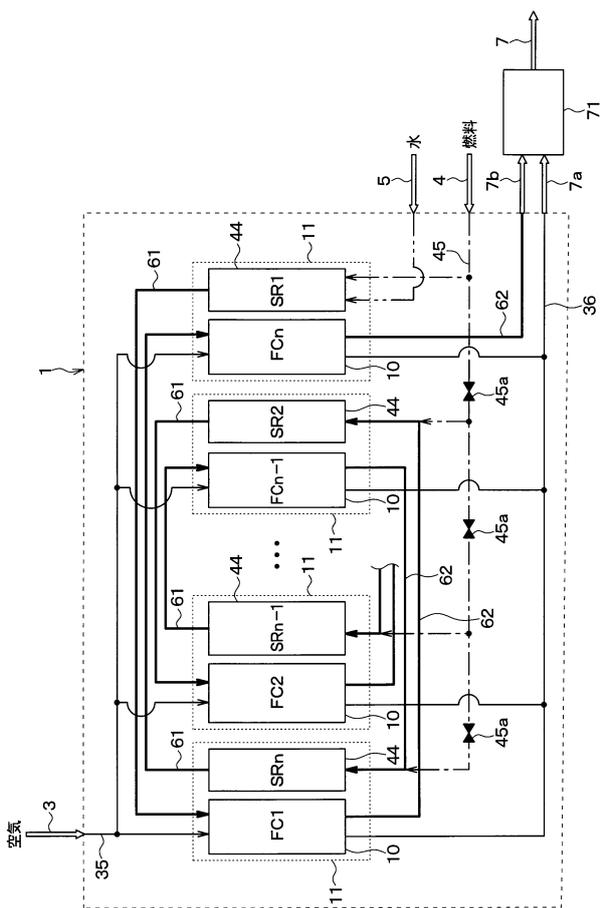
【図1】



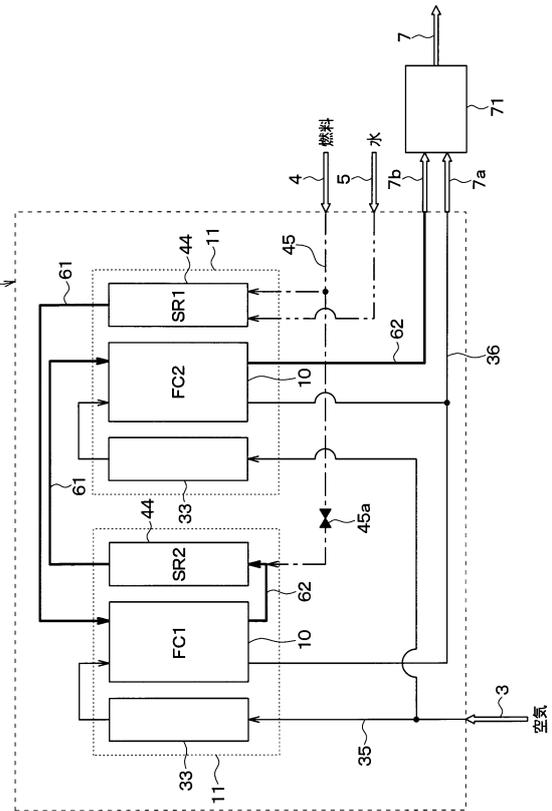
【図2】



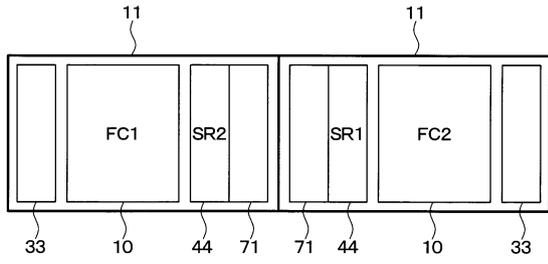
【図3】



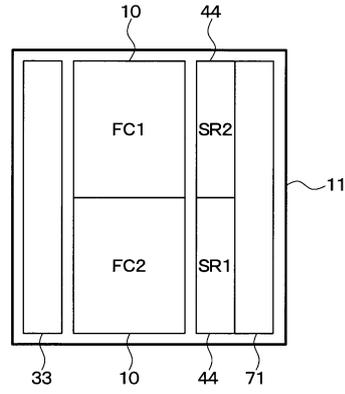
【図4】



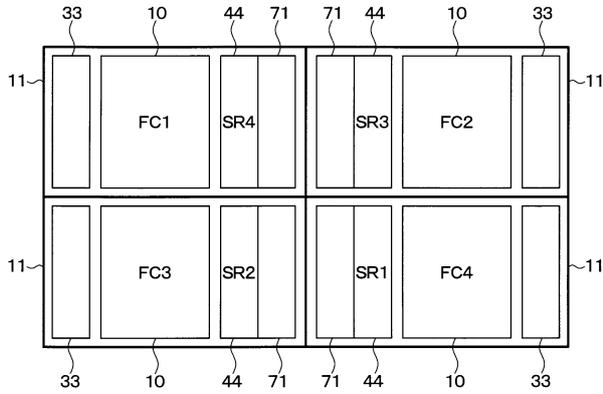
【図5】



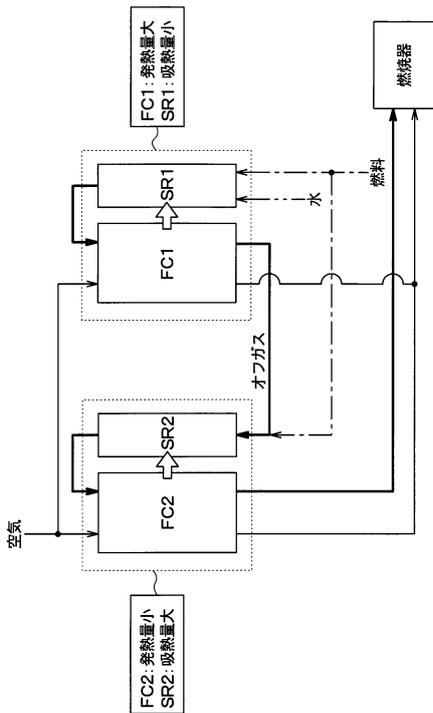
【図7】



【図6】



【図8】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
H 0 1 M 8/04 Z  
H 0 1 M 8/12

(56)参考文献 特開2003-123818(JP,A)  
国際公開第2012/070487(WO,A1)  
特開2011-238363(JP,A)  
特開平04-129174(JP,A)  
特開平05-047395(JP,A)  
特開平10-106605(JP,A)  
特開2011-210569(JP,A)  
特開2010-282796(JP,A)  
特開平06-001601(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H 0 1 M 8 / 0 0 - 8 / 2 4