

(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2010-9944  
(P2010-9944A)

(43) 公開日 平成22年1月14日(2010.1.14)

(51) Int.Cl.

HO 1 M	8/06	(2006.01)
HO 1 M	8/04	(2006.01)
HO 1 M	8/12	(2006.01)

F 1

HO 1 M	8/06
HO 1 M	8/04
HO 1 M	8/12

テーマコード(参考)

G	5 H 0 2 6
Z	5 H 0 2 7

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願2008-168079 (P2008-168079)

(22) 出願日

平成20年6月27日 (2008. 6. 27)

(71) 出願人 000010087

T O T O 株式会社

福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号

(74) 代理人 100140486

弁理士 鎌田 徹

(72) 発明者 渡邊 直樹

福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号 T O T O 株式会社内

(72) 発明者 川上 晃

福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号 T O T O 株式会社内

F ターム(参考) 5H026 AA06

5H027 AA06 BA01 BA09 BA13 KK41

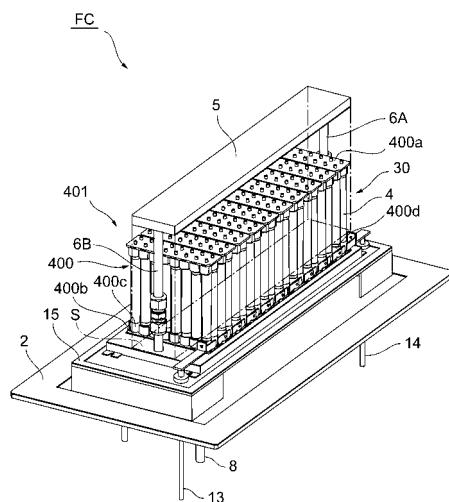
(54) 【発明の名称】燃料電池用改質器ユニット及び燃料電池モジュール

## (57) 【要約】

【課題】燃焼状態の安定性向上を図ることが可能な燃料電池用改質器ユニットを提供すること

【解決手段】燃料電池用改質器ユニットは、燃料ガス流路を内部に有すると共に燃料ガス流路の出口より余剰の燃料ガスを放出し、燃料電池セル集合体401を構成する複数の燃料電池セル4と、燃料電池セル集合体401の上部に配置され、被改質ガスを改質して燃料ガスとする改質器5と、改質器5の温度を検知する検知部と、検知部により改質器5が水蒸気改質可能な温度であると検知された際に、改質器5に被改質ガスと水蒸気だけを供給するよう制御する制御部と、を備える。複数の燃料電池セル4の上部に、改質器5によって改質された燃料ガスと酸化剤ガスとが混合して燃焼する燃焼部18が形成されている。改質器5は、燃料電池セル集合体401における複数の燃料電池セル4の配列方向の端部よりも内側に配置されている。

【選択図】図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

燃料ガス流路を内部に有すると共に前記燃料ガス流路の出口より残余の燃料ガスを放出し、燃料電池セル集合体を構成する複数の燃料電池セルと、

前記燃料電池セル集合体の上部に配置され、被改質ガスを改質して燃料ガスとする改質触媒を含む少なくとも一つの改質器と、を備える燃料電池用改質器ユニットであって、

前記改質器は、水蒸気改質可能な温度であると検知された場合に、被改質ガスと水蒸気のみが供給されるように構成されており、

前記複数の燃料電池セルの上部に、発電反応に寄与しなかった残余の燃料ガスと残余の酸化剤ガスとが混合して燃焼する燃焼部が形成され、

前記改質器における前記改質触媒は、前記燃料電池セル集合体における前記複数の燃料電池セルの配列方向の端部よりも内側に配置されていることを特徴とする燃料電池用改質器ユニット。

## 【請求項 2】

前記改質器にて改質される被改質ガスを前記改質器へ供給する被改質ガス供給管を更に備え、

前記被改質ガス供給管が、前記改質器の前記複数の燃料電池セル側への投影領域内に配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池用改質器ユニット。

## 【請求項 3】

前記燃料電池セル集合体では、前記複数の燃料電池セルが行列配置されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の燃料電池用改質器ユニット。

## 【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の燃料電池用改質器ユニットを備えた燃料電池モジュール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、固体酸化物形燃料電池 (SOFC) に使用される燃料電池用改質器ユニット及び燃料電池モジュールに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、このような燃料電池用改質器ユニットにおいては、燃料ガス流路を内部に有すると共に燃料ガス流路の出口より余剰の燃料ガスを放出し、燃料電池セル集合体を構成する複数の燃料電池セルと、燃料電池セル集合体の上部に配置され、被改質ガスを改質して燃料ガスとする少なくとも一つの改質器と、を備えている（例えば、下記特許文献 1 ~ 3 参照）。特許文献 1 ~ 3（特開 2002-289244 号公報、特開 2005-183375 号公報、及び特開 2007-242626 号公報）では、燃料電池セルの燃料ガス流路の出口より放出された余剰の燃料ガスを酸化剤ガスと共に燃焼させている。これにより、改質器を加熱し、改質器における改質反応の促進を図っている。

## 【0003】

特許文献 2（特開 2005-183375 号公報）では、燃料電池セルから放出された余剰の燃料ガスに点火するための点火ヒータが更に備えられており、部分酸化改質工程、オートサーマル改質工程、及び水蒸気改質工程毎に、点火ヒータの起動停止を行っている。これにより、各改質工程における起動性を良好なものとし、失火の発生を抑制している。

## 【特許文献 1】特開 2002-289244 号公報

## 【特許文献 2】特開 2005-183375 号公報

## 【特許文献 3】特開 2007-242626 号公報

## 【発明の開示】

10

20

30

40

50

**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

ところで、水蒸気改質工程では、改質器に被改質ガスと水蒸気だけが供給されて、水蒸気改質反応が進行する。この水蒸気改質反応は、いわゆる吸熱反応であるため、燃焼部における改質器近傍での燃焼状態が不安定になる懼れがある。燃焼部における燃料電池セル集合体における燃料電池セルの配列方向での端部では、燃焼火炎の端に位置することから、温度が比較的低い状態となる。このため、燃焼部における燃料電池セル集合体における燃料電池セルの配列方向での端部では、燃焼状態がより一層不安定になり易い傾向にある。これに対して、燃焼部における燃料電池セル集合体における燃料電池セルの配列方向での中央部では、燃焼火炎の中央部分に位置することから、温度が比較的高い状態となる。このため、燃焼部における燃料電池セル集合体における燃料電池セルの配列方向での中央部では、燃焼状態が安定している傾向にある。

10

**【0005】**

そこで本発明では、燃焼部における燃焼状態の安定性を向上させることが可能な燃料電池用改質器ユニット及び燃料電池モジュール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】**

上記課題を解決するために本発明に係る燃料電池用改質器ユニットは、燃料ガス流路を内部に有すると共に前記燃料ガス流路の出口より残余の燃料ガスを放出し、燃料電池セル集合体を構成する複数の燃料電池セルと、前記燃料電池セル集合体の上部に配置され、被改質ガスを改質して燃料ガスとする改質触媒を含む少なくとも一つの改質器と、を備える燃料電池用改質器ユニットであって、前記改質器は、水蒸気改質可能な温度であると検知された場合に、被改質ガスと水蒸気のみが供給されるように構成されており、前記複数の燃料電池セルの上部に、発電反応に寄与しなかった残余の燃料ガスと残余の酸化剤ガスとが混合して燃焼する燃焼部が形成され、前記改質器における前記改質触媒は、前記燃料電池セル集合体における前記複数の燃料電池セルの配列方向の端部よりも内側に配置されていることを特徴とする。

20

**【発明の効果】****【0007】**

本発明によれば、燃焼部における燃焼状態の安定性を向上させることが可能な燃料電池用改質器ユニット及び燃料電池モジュールを提供することができる。

30

**【発明を実施するための最良の形態】****【0008】**

本発明を実施するための最良の形態を説明するのに先立って、本発明の作用効果について説明する。

**【0009】**

本発明に係る燃料電池用改質器ユニットは、燃料ガス流路を内部に有すると共に前記燃料ガス流路の出口より残余の燃料ガスを放出し、燃料電池セル集合体を構成する複数の燃料電池セルと、前記燃料電池セル集合体の上部に配置され、被改質ガスを改質して燃料ガスとする改質触媒を含む少なくとも一つの改質器と、を備える燃料電池用改質器ユニットであって、前記改質器は、水蒸気改質可能な温度であると検知された場合に、被改質ガスと水蒸気のみが供給されるように構成されており、前記複数の燃料電池セルの上部に、発電反応に寄与しなかった残余の燃料ガスと残余の酸化剤ガスとが混合して燃焼する燃焼部が形成され、前記改質器における前記改質触媒は、前記燃料電池セル集合体における前記複数の燃料電池セルの配列方向の端部よりも内側に配置されていることを特徴とする。

40

**【0010】**

本発明では、改質器が、少なくとも水蒸気改質可能な温度であると検知された場合に、被改質ガスと水蒸気だけが供給され、水蒸気改質反応が行われるように構成されている。水蒸気改質反応は吸熱反応であることから、燃焼部の熱が奪われることとなる。しかしながら、改質器に含まれる改質触媒は、燃料電池セル集合体における複数の燃料電池セルの

50

配列方向の端部よりも内側に配置されているので、燃焼部における複数の燃料電池セルの配列方向での端部での熱を奪い難い。このため、燃焼部における複数の燃料電池セルの配列方向での端部での燃焼状態が不安定となるのを抑制することができる。燃焼部における複数の燃料電池セルの配列方向での中央部では、改質触媒により熱が奪われることとなるが、温度が元々高く、燃焼状態が良好であるため、燃焼状態が不安定となる懼れはない。これらの結果、燃焼部における燃焼状態の安定性が向上する。

【0011】

また本発明に係る燃料電池用改質器ユニットでは、前記改質器にて改質される被改質ガスを前記改質器へ供給する被改質ガス供給管を更に備え、前記被改質ガス供給管が、前記改質器の前記複数の燃料電池セル側への投影領域内に配置されていることも好ましい。被改質ガス供給管が改質器の燃料電池セル側への投影領域内に配置されているので、被改質ガス供給管は燃料電池セルひいては燃焼部により近接して配置されることとなる。これにより、被改質ガス供給管は燃焼部の熱を受けて加熱され、燃焼部の熱の有効利用を図ることができる。

10

【0012】

また本発明に係る燃料電池用改質器ユニットでは、前記燃料電池セル集合体では、前記複数の燃料電池セルが行列配置されていることも好ましい。この好ましい態様では、改質器を燃料電池セル集合体における複数の燃料電池セルの配列方向の端部よりも内側に配置させる構成を容易に設計管理することができる。

20

【0013】

また、本発明に係る燃料電池用改質器ユニットを備える燃料電池モジュールでは、上述したような作用効果を奏する燃料電池モジュールを提供することができる。

【0014】

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

【0015】

図1は、本発明に係る燃料電池モジュールの一実施形態を示す正面図である。また、図2は、カバー部材を外して示す燃料電池モジュールの斜視図である。

30

【0016】

同図に示すように、燃料電池モジュールFCは、カバー部材1とベース部材2とによって密閉される空間内に10個の燃料電池セルスタック400を並べて配置している。従って、この燃料電池モジュールFCでは、カバー部材1とベース部材2とによって、燃料電池セル4等が内包される容器が形成されている。各燃料電池セルスタック400には、16個の燃料電池セル4が2列になって配置されている。これらの燃料電池セル4は、電気的に直列に配置されている。本実施形態の燃料電池モジュールFCは、燃料電池用改質器ユニットを含んでいる。

【0017】

燃料電池モジュールFCでは、10個の燃料電池セルスタック400により、燃料電池セル集合体401が構成されている。燃料電池セル集合体401では、160個の燃料電池セル4が行列配置されている。本実施形態では、燃料電池セル4が8行×20列配置されている。

40

【0018】

各燃料電池セル4は、管状であり、燃料電池セル4の管内を燃料電池セル4の一方の端部から他方の端部へと流れるガスと、その管外を一方の端部から他方の端部へと流れるガスの作用により作動する。本実施形態では、燃料電池セル4の管内を流れるガスは、水素又は炭化水素燃料等を改質した改質ガス等の燃料ガスであり、燃料電池セル4の管外を流れるガスは、酸素を含む空気等の酸化剤ガスである。

【0019】

燃料電池セルユニット30について、図3を参照しながら説明する。図3に示すように

50

、燃料電池セルユニット30は、燃料電池セル4によって形成され且つ上下方向に延びる管状構造体であり、円筒形の燃料電池セル4と、燃料電池セル4の一方の端部4aに取付けられた内側電極端子40と、他方の端部4bに取付けられた外側電極端子42と、を有している。

【0020】

燃料電池セル4は、円筒形の内側の電極層44と、円筒形の外側の電極層48と、これらの電極層44、48の間に配置された円筒形の電解質層46と、内側の電極層44の内側に構成される貫通流路50とを有している。また、燃料電池セル4の一方の端部4aに、内側の電極層44が電解質層46及び外側の電極層48に対して露出した内側電極露出周面44aと、電解質層46が外側の電極層48に対して露出した電解質露出周面46aとが設けられている。燃料電池セル4の他方の端部4bは、外側の電極層48が露出した外側電極露出周面48aによって構成されている。貫通流路50は、燃料ガス流路として機能する。内側電極露出周面44aは、内側の電極層44と電気的に通じる内側電極外周面でもある。外側電極露出周面48aは、外側の電極層48と電気的に通じる外側電極外周面でもある。

【0021】

内側の電極層44は、例えば、Niと、CaやY、Sc等の希土類元素から選ばれる少なくとも一種をドープしたジルコニアとの混合体、Niと、希土類元素から選ばれる少なくとも一種をドープしたセリアとの混合体、Niと、Sr、Mg、Co、Fe、Cuから選ばれる少なくとも一種をドープしたランタンガレートとの混合体、の少なくとも一種から形成される。電解質層46は、例えば、Y、Sc等の希土類元素から選ばれる少なくとも一種をドープしたジルコニア、希土類元素から選ばれる少なくとも一種をドープしたセリア、Sr、Mgから選ばれる少なくとも一種をドープしたランタンガレート、の少なくとも一種から形成される。外側の電極層48は、例えば、Sr、Caから選ばれる少なくとも一種をドープしたランタンマンガナイト、Sr、Co、Ni、Cuから選ばれる少なくとも一種をドープしたランタンフェライト、Sr、Fe、Ni、Cuから選ばれる少なくとも一種をドープしたサマリウムコバルト、銀、などの少なくとも一種から形成される。この場合、内側の電極層44が燃料極になり、外側の電極層48が空気極になる。内側の電極層44の厚さは、例えば、1mmであり、電解質層46の厚さは、例えば、30μmであり、外側の電極層48の厚さは、例えば、30μmであり、その外径は、例えば、1~10mmである。

【0022】

内側電極端子40は、内側電極露出周面44aを全周にわたって外側から覆うように配置され且つそれと電気的に接続された本体部分40aと、本体部分40aから燃料電池セル4の長手方向に延びる管状部分40bとを有している。本体部分40a及び管状部分40bは、円筒形であり且つ同心に配置され、管状部分40bの管径は、本体部分40aの管径よりも細くなっている。管状部分40bは、貫通流路50と連通し且つ外部と通じる接続流路40cを有している。本体部分40aと管状部分40bとの間の段部40dは、内側の電極層44の端面44bと当接している。

【0023】

外側電極端子42は、外側電極露出周面48aを全周にわたって外側から覆うように配置され且つそれと電気的に接続された本体部分42aと、本体部分42aから燃料電池セル4の長手方向に延びる管状部分42bとを有している。本体部分42a及び管状部分42bは、円筒形であり且つ同心であり、管状部分42bの管径は、本体部分42aの管径よりも細くなっている。管状部分42bは、貫通流路50と連通し且つ外部と通じる接続流路42cを有している。本体部分42aと管状部分42bとの間の段部42dは、環状の絶縁部材52を介して外側の電極層48、電解質層46及び内側の電極層44の端面44cと当接している。

【0024】

内側電極端子40の全体形状と外側電極端子42の全体形状とは同一である。また、内

10

20

30

40

50

側電極端子 4 0 と燃料電池セル 4 、及び、外側電極端子 4 2 と燃料電池セル 4 とは、その全周にわたって導電性のシール材 5 4 によってシールされ且つ固定されている。シール材 5 4 は、例えば、銀、銀とガラスの混合物、金、ニッケル、銅、チタンなどを含む各種口ウ材である。

【 0 0 2 5 】

内側電極端子 4 0 の接続流路 4 0 c 、燃料電池セル 4 の貫通流路 5 0 、及び外側電極端子 4 2 の接続流路 4 2 c は、燃料電池セルユニット 3 0 の管内流路 3 0 c を構成する。

【 0 0 2 6 】

続いて、燃料電池セルスタック 4 0 0 について、図 4 を参照しながら説明する。燃料電池セルスタック 4 0 0 は、16 本の燃料電池セルユニット 3 0 と、上支持板 4 0 0 a と、下支持板 4 0 0 b と、接続部材 4 0 0 c と、外部端子 4 0 0 d とを備えている。

10

【 0 0 2 7 】

上支持板 4 0 0 a 及び下支持板 4 0 0 b は矩形であり、それぞれ、燃料電池セルユニット 3 0 を 2 列 × 8 行で支持するように燃料電池セルユニット 3 0 の管状部分 4 0 b 、 4 2 b に嵌合する貫通孔（図に明示しない）を有している。上支持板 4 0 0 a 及び下支持板 4 0 0 b は、電気絶縁性材料で形成されており、例えば、耐熱性のセラミックスで形成されている。具体的には、アルミナ、ジルコニア、スピネル、フォルステライト、マグネシア、チタニアなどを用いることが好ましい。

【 0 0 2 8 】

16 本の燃料電池セルユニット 3 0 は、それらが電気的に直列に接続されるように配列されている。詳細には、燃料電池セルユニット 3 0 は、隣接した燃料電池セルユニット 3 0 の内側電極端子 4 0 が交互に上側及び下側に配置されるように配列されている。更に、16 本の燃料電池セルユニット 3 0 を電気的に直列に接続するための接続部材 4 0 0 c が設かれている。接続部材 4 0 0 c は、隣接した 1 つの内側電極端子 4 0 と 1 つの外側電極端子 4 2 とを電気的に接続する。直列に接続された 16 本の燃料電池セルユニット 3 0 の両端部の内側電極端子 4 0 及び外側電極端子 4 2 にはそれぞれ、外部と電気的な接続を行うための外部端子 4 0 0 d が設けられている。接続部材 4 0 0 c 、外部端子 4 0 0 d は、例えば、ステンレス鋼、ニッケル基合金、クロム基合金などの耐熱金属や、ランタンクロマイトなどのセラミック材料で形成される。各燃料電池セルスタック 4 0 0 の外部端子 4 0 0 d は電気的に直列に接続されていて、その両端には電極棒 1 3 、 1 4 に接続されている。

20

【 0 0 2 9 】

図 3 及び図 4 を参照しながら説明したように、燃料電池セルスタック 4 0 0 において、燃料電池セルユニット 3 0 の内側電極端子 4 0 が設けられている端部 4 a と外側電極端子 4 2 が設けられている端部 4 b とは上下交互になるように配置されている。従って、図 1 を参照しながら燃料電池セル 4 の内外におけるガスの流れを説明した際の、一端 4 A とは燃料電池セル 4 の端部 4 a 及び端部 4 b の内、ガスタンク 3 側に配置される端部を指し示すものであり、他端 4 B とは燃料電池セル 4 の端部 4 a 及び端部 4 b の内、改質器 5 側に配置される端部を指し示すものである。

30

【 0 0 3 0 】

図 1 に戻り、燃料電池モジュール F C について説明する。カバー部材 1 は、正面側の側壁（不図示）と、燃料電池セルユニット 3 0 の配列方向の側壁 1 0 1 、 1 0 2 と、背面側の側壁 1 0 3 と、天井 1 0 4 とによって直方体状に形成されている。側壁 1 0 1 の下端部には、フランジ部 1 a が形成されている。カバー部材 1 のフランジ部 1 a をベース部材 2 に当接させることで、カバー部材 1 とベース部材 2 とによって密閉される空間が形成されている。

40

【 0 0 3 1 】

カバー部材 1 とベース部材 2 とによって形成される内部空間は、仕切り板 1 5 によって二つの空間に分離されている。仕切り板 1 5 によって分離されている空間の内、燃料電池セルスタック 4 0 0 が配置されている空間が発電室 1 6 である。仕切り板 1 5 によって分

50

離されている空間の内、他方の空間が排気ガス室 17 である。

【0032】

仕切り板 15 にはガスタンク 3 が載置されている。ガスタンク 3 には、燃料電池セルスタック 400 が 10 個並べて配置されており、ガスタンク 3 から燃料ガスが、それぞれの燃料電池セルスタック 400 を構成する燃料電池セル 4 に供給される。

【0033】

より具体的には、ガスタンク 3 の上面には、燃料電池セルスタック 400 の下支持板 400b とほぼ同じ形状の開口部（不図示）が設けられており、その開口部に下支持板 400b を密接させてガスタンク 3 と各燃料電池セルスタック 400 とが接続されている。従って、燃料電池セルスタック 400 を構成する燃料電池セル 4 は、その先端部分を上部側に向けてガスタンク 3 に立設されている。

10

【0034】

一方、各燃料電池セル集合体 401 の上方は、空気と燃料ガスとが混合して燃焼する燃焼部 18 となっている。燃料ガスは、ガスタンク 3 から、燃料電池セルユニット 30 の管内流路 30c を通り、燃焼部 18 に向けて上昇する。また、燃料電池セル 4 の外側を流れる空気も、燃焼部 18 に向けて上昇する。背面側の側壁 102 において燃焼部 18 に対応する部分には、燃焼ガスと空気との燃焼を開始させるための点火装置 19 が設けられている。点火装置 19 により燃料ガスと空気とが混合して燃焼する。燃料電池セル集合体 401 を構成する燃料電池セル 4 は、燃焼部 18 によって上方から加熱される。

20

【0035】

ここで、改質器 5 と燃料電池セル集合体 401（燃料電池セル 4）との位置関係について、図 5 を参照しながら説明する。改質器 5 は、燃料電池セル集合体 401 における各燃料電池セル 4 の配列方向の端部 401a よりも内側に配置されている。本実施形態では、8 行 × 20 列配置された燃料電池セル 4 のうち、行方向での両端にそれぞれ位置する 2 列（計 4 列）の燃料電池セル 4 が上面視にて露出するように、改質器 5 が配置されている。すなわち、改質器 5 は、行方向での中央に位置する 4 列の燃料電池セル 4 の上部に、これらの燃料電池セル 4 を覆うように、配置されている。燃料電池セル 4 の配列における行方向での改質器 5 の幅は、燃料電池セル集合体 401 の行方向での幅よりも狭く設定されている。

30

【0036】

燃料ガスは、燃料ガス供給管 8 を通って燃料電池モジュール FC 内に導入される。燃料ガス供給管 8 は、仕切り板 15 に対して立設された配管 6A（被改質ガス供給管）を介して改質器 5 に繋がっている。配管 6A（改質器 5）にはまた、空気供給管（不図示）も繋がっている。燃料ガス供給管 8 と空気供給管とは、配管 6A に繋がる前に合流しており、改質器 5 には予め混合された燃料ガスと空気とが供給可能なように構成されている。図 1 ~ 3 には明示しないが本実施形態では、燃料ガス供給管 8 と空気供給管とのそれぞれに電磁弁が取り付けられていて、それぞれの電磁弁は制御部としての CPU から出力される指示信号に応じて開閉し、改質器 5 に供給する燃料ガスと空気との比率を変更可能なように構成されている。

40

【0037】

改質器 5 に導入された燃料ガス（水蒸気が混合されている場合もあり）及び空気（燃料ガスのみの場合もあり）は、改質器 5 内に収められている改質触媒によって改質される。改質された燃料ガス及び空気は、配管 6B を通ってガスタンク 3 へと供給される。改質器 5 に対して配管 6A が繋がっている部分と、改質器 5 に対して配管 6B が繋がっている部分とは、長手方向において一端近傍と他端近傍とに引き離されている。これによって、改質器 5 に供給された燃料ガス及び空気は改質触媒に十分に触れることが可能となる。また、配管 6A, 6B は、図 2 及び図 5 に示すように、燃料電池セル 4 の長手方向からみて改質器 5 の投影領域 S 内において一直線状に設けられている。つまり、配管 6A, 6B は、改質器 5 の上方側から見て改質器 5 からはみ出さない領域に設けられている。

【0038】

50

改質器 5 には、改質触媒が封入されている。改質触媒としては、アルミナの球体表面にニッケルを付与したもの、アルミナの球体表面にルテニウムを付与したもの、が適宜用いられる。これらの改質触媒は球体である。

【 0 0 3 9 】

また、カバー部材 1 の側壁 1 0 1, 1 0 2, 1 0 3、及び天井 1 0 4 は、二重壁構造になっており、その二重壁の間の空間を気体が通過可能なように構成されている。側壁 1 0 2 の内部空間と、天井 1 0 4 の内部空間と、側壁 1 0 3 の内部空間とはそれぞれ繋がっている。側壁 1 0 2 の下部には空気供給管 1 0 が連通されていて、空気が供給されるように構成されている。

【 0 0 4 0 】

側壁 1 0 2 に供給された空気は、天井 1 0 4 から側壁 1 0 3 へと流れ、その流れる過程において発電室 1 6 内から伝わる熱によって加熱されるように構成されている。側壁 1 0 3 へ流れ込んだ空気は、空気流路 1 0 3 a に流れ込むように構成されている。空気流路 1 0 3 a は、側壁 1 0 1 から側壁 1 0 2 へ向けて延びるように形成され、側壁 1 0 3 の内側において仕切り板 1 5 の上面近傍に沿って配置されている。空気流路 1 0 3 a には所定間隔をおいて、空気流入孔 1 0 3 b が設けられている。

【 0 0 4 1 】

側壁 1 0 3 から空気流路 1 0 3 a に流れ込んだ空気は、空気流入孔 1 0 3 b を通って発電室 1 6 内へと流れ込むように構成されている。空気流入孔 1 0 3 b を通って発電室 1 6 内へと流れ込んだ空気は、燃料電池セル 4 の外側の通路 T を通って各燃料電池セル 4 の下方から上方へと流れる。各燃料電池セル 4 の上方に至った空気は、各燃料電池セル 4 の管内流路を通った燃料ガスと合わせて燃焼される。

【 0 0 4 2 】

側壁 1 0 2 の内側には、空気流入孔 1 0 3 b を通って各燃料電池セル 4 の下方から上方に流れる空気を燃焼部 1 8 に方向付ける方向付け部 2 0 A が配管 6 A に隣接して設けられている。より具体的には、方向付け部 2 0 A は側壁 1 0 2 であって、側壁 1 0 2 が配管 6 A に近接して設けられている。

【 0 0 4 3 】

また、側壁 1 0 1 に内側にも、同様の構造が設けられている。すなわち、側壁 1 0 2 の内側にも各燃料電池セル 4 の下方から上方に流れる空気を燃焼部 1 8 に近づける方向付け部 2 0 B が配管 6 B に隣接して設けられている。より具体的には、方向付け部 2 0 B は側壁 1 0 1 であって、側壁 1 0 1 が配管 6 B に近接して設けられている。このような方向付け部 2 0 A, 2 0 B により、各燃料電池セル 4 の下方から上方に流れる空気が、燃料電池セルユニット 3 0 の幅方向について改質器 5 の投影領域 S 内に規制される。

【 0 0 4 4 】

側壁 1 0 3 の内側上端には、排気ガス流出スリット 1 0 3 c が設けられている。各燃料電池セル 4 の上方において燃料ガスと空気とが燃焼して発生した排気ガスは、排気ガス流出スリット 1 0 3 c を通って側壁 1 0 3 の内部空間に入る。側壁 1 0 3 へと入り込んだ排気ガスは、側壁 1 0 3 の内部空間を下方へと流れ、排気ガス室 1 7 へと至って一時的に貯留される。排気ガス室 1 7 へと至った排気ガスは、排気ガス管 1 1 を通って燃料電池モジュール F C の外部へと排出される。

【 0 0 4 5 】

続いて、図 6 を参照しながら、燃料電池モジュール F C を用いた燃料電池 F C S の構成について説明する。図 6 は、燃料電池 F C S の構成を示すブロック図である。図 6 に示すように、燃料電池 F C S は、燃料電池モジュール F C と、燃料供給部 F P と、空気供給部 A P と、水供給部 W P と、電力取出部 E P と、検知部 T D (検知部) と、制御部 C S (制御部) とを備えている。燃料供給部 F P、空気供給部 A P、水供給部 W P、及び電力取出部 E P は、燃料電池 F C S の補器 A D を構成している。

【 0 0 4 6 】

燃料供給部 F P は、燃料供給源としての都市ガス配管から都市ガスを燃料ガスとして燃

10

20

30

40

50

料電池モジュール F C に供給する部分であって、燃料ポンプ、電磁弁を有している。燃料供給部 F P から供給される燃料ガスは燃料ガス供給管 8 へと送り出される。また、燃料供給部 F P は、都市ガスに混合する空気を供給する空気プロア等も有している。

【 0 0 4 7 】

空気供給部 A P は、空気供給源としての大気中から空気を燃料電池モジュール F C に供給する部分であって、空気プロア、電磁弁を有している。空気供給部 A P から供給される空気は空気供給管 1 0 へと送り出される。

【 0 0 4 8 】

水供給部 W P は、水供給源としての水道管から水を燃料電池モジュール F C に供給する部分であって、水ポンプ、電磁弁を有している。水供給部 W P から供給される水は、燃料電池モジュール F C 内部で水蒸気となって水蒸気供給管（不図示）へと送り出される。

10

【 0 0 4 9 】

電力取出部 E P は、燃料電池モジュール F C から電力を取り出す部分であって、インバータ等の電力変換装置を有している。電力取出部 E P は、電極棒 1 3 , 1 4 と繋がっていて、変換した電力は電力供給先へと送り出すように構成されている。

【 0 0 5 0 】

検知部 T D は、改質器 5 の温度を検知し、改質器 5 の温度を示す信号を制御部 C S に出力する。制御部 C S は、燃料供給部 F P 、空気供給部 A P 、水供給部 W P 、及び電力取出部 E P のそれぞれを制御するための部分であって、C P U や R O M を有している。上述したような燃料電池モジュール F C の動作は、制御部 C S からの指示信号に基づいて実行される。制御部 C S は、少なくとも検知部 T D により改質器 5 が水蒸気改質可能な温度であると検知された際に、改質器 5 に被改質ガスと水蒸気だけを供給するよう制御する。これにより、改質器 5 では、後述するオートサーマル改質反応が進行することとなる。

20

【 0 0 5 1 】

続いて、図 7 を参照しながら、本実施形態に係る燃料電池モジュール F C を含む燃料電池の動作及びその運転方法について説明する。尚、以下の説明においては便宜上、燃料電池モジュール F C の動作を説明することでその燃料電池モジュール F C を含む燃料電池の説明としている。

【 0 0 5 2 】

本実施形態に係る燃料電池モジュール F C の運転方法は、着火工程と、改質工程と、ガス供給工程と、セル作動工程と、燃焼工程と、を備えている。これらの工程は、後述するように必ずしも順次実行される工程ではなく、並行して実行されたり、順番を変えて実行されたりする工程である。

30

【 0 0 5 3 】

先ず、燃料電池モジュール F C を温めるために、燃料電池モジュール F C を含む回路に負荷をかけない状態、即ち、燃料電池モジュール F C を含む回路を開いた状態で、燃料電池モジュール F C に燃料ガスと空気を供給する。この段階では、燃料ガスと空気が存在しても、回路に電流が流れないので、燃料電池モジュール F C は、発電を行わない。

【 0 0 5 4 】

詳細には、燃料ガスを供給する。具体的には、燃料供給部 F P から燃料ガスを燃料ガス供給管 8 に供給する。このとき、制御部 C S は、都市ガス及び空気を含む燃料ガスを供給するように、燃料ポンプ及び燃料供給部 F P の空気プロア等に信号を出力する。図 7 には、燃料ポンプの制御電圧及び燃料供給部 F P の空気プロアの制御電圧を示している。燃料ガス供給管 8 から供給された燃料ガスは、ガスタンク 3 内に貯まる。それにより、各燃料電池セルユニット 3 0 への均一且つ一様な燃料ガスの供給を確保する。ガスタンク 3 内に溜まった燃料ガスが、燃料電池セルユニット 3 0 の管内流路 3 0 c を通って流れ、内側の電極層 4 4 に作用する。作用しなかった燃料ガスが、各燃料電池セルユニット 3 0 の上部空間に達する。

40

【 0 0 5 5 】

また、大気中の空気を供給する。具体的には、空気供給部 A P によって空気供給管 1 0

50

に供給し、側壁 102 から天井 104、側壁 103 へと流す。次いで、空気流路 103a, 103b へと空気を通して、空気流入孔 103c, 103d から空気を発電室 16 内へと導く。発電室 16 内へと導かれた空気は、外側の電極層 48 と作用する。作用しなかつた空気は、各燃料電池セルユニット 30 (燃料電池セル 4) の上方に達する。

## 【0056】

次いで、点火装置 19 を用いて、燃焼ガスと空気とを燃焼させる (着火工程、燃焼工程)。それにより生じた排気ガスは、高温になる。排気ガスは、側壁 104, 105 の内部空間に導かれて、排気ガス室 17 へと流入する。排気ガス室 17 へと流入した排気ガスは、排気ガス管 11 から排出される。

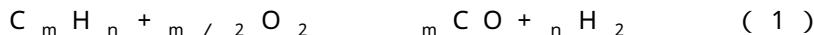
## 【0057】

燃料ガスと空気とが燃焼する際に、発電室 16 内が昇温される。外部から導入される空気は、側壁 102、天井 104、側壁 103 と流れる間に、発電室 16 内と熱交換を行つて暖められる。高温の排気ガスは、排気ガス室 17 へと流入し、排気ガス室 17 内を昇温する。排気ガス室 17 内部に改質器 5 が設けられているので、改質器 5 も昇温される。

## 【0058】

続いて、炭化水素系の都市ガスと空気とを予め混合したガスを改質器 5 に供給する (改質工程)。改質器 5 においては、式 (1) の部分酸化改質反応  $\text{POX}$  が進行する。この部分酸化改質反応は発熱反応であるので、起動性が良好であり、更には改質器 5 から仕切り板 15 を介して熱が発電室 16 へと伝熱される。従つて、燃料電池セルスタック 400 を構成する燃料電池セル 4 は、上方からは燃料ガスと空気の混合燃焼による熱によって加熱され、下方からはこの伝熱によって加熱されるので、加熱部分によって挟まれることになって均等な昇温が可能となる。部分酸化改質反応  $\text{POX}$  が進行しても燃焼部 18 では継続して燃焼反応が持続する。

## 【0059】



## 【0060】

部分酸化改質反応  $\text{POX}$  の実行開始から所定時間経過後、都市ガスと空気と水蒸気とを予め混合したガスを改質器 5 に供給する (改質工程)。このとき、制御部 CS は、都市ガス及び空気を含む燃料ガスに加えて水蒸気を供給するように、燃料ポンプ、燃料供給部 FP の空気プロア、及び水ポンプ等に信号を出力する。図 7 には、水ポンプの制御電圧を示している。改質器 5 においては、上述の部分酸化改質反応  $\text{POX}$  と後述する水蒸気改質反応 SR とが併用されたオートサーマル改質反応 AT R が進行する。このオートサーマル改質反応 AT R は、熱的に内部バランスが取れるので、改質器 5 内では熱自立しながら反応が進行する。すなわち、酸素が多い場合は部分酸化改質反応  $\text{POX}$  による発熱が支配的となり、水蒸気が多い場合は水蒸気改質反応 SR による吸熱が支配的となる。この段階では、既に起動の初期段階を過ぎてあり、発電室 16 内がある程度の温度に昇温されているので、吸熱反応が支配的であっても大幅な温度低下を招くことはない。また、オートサーマル改質反応 AT R が進行しても燃焼部 18 では継続して燃焼反応が持続する。

## 【0061】

オートサーマル改質反応の実行開始から所定時間経過後、検知部 TD により改質器 5 が水蒸気改質可能な温度であると検知されると、都市ガスと水蒸気とを予め混合したガスを改質器 5 に供給する (改質工程)。このとき、制御部 CS は、都市ガスだけを含む燃料ガスに加えて水蒸気を供給するように、燃料ポンプ及び水ポンプ等に信号を出力すると共に燃料供給部 FP の空気プロアを停止させるよう信号を出力する。

## 【0062】

改質器 5 においては、式 (2) の水蒸気改質反応 SR が進行する。この水蒸気改質反応 SR は吸熱反応であるので、燃焼部 18 からの燃焼熱による熱バランスをとりながら反応が進行する。この段階では、既に起動の最終段階であるため、発電室 16 内が十分高温に昇温されているので、吸熱反応を主体としても大幅な温度低下を招くことはない。また水蒸気改質反応 SR が進行しても燃焼部 18 では継続して燃焼反応が持続する。

10

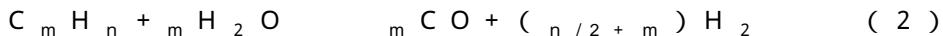
20

30

40

50

## 【0063】



## 【0064】

上述したように着火工程から燃焼工程の進行に合わせて改質工程を切り替えていくことで、発電室16内の温度が徐々に上昇する。発電室16内及び燃料電池セル4の温度が、燃料電池モジュールFCを安定的に作動させる定格温度よりも低い所定の発電温度に達したら、燃料電池モジュールFCを含む回路を閉じる。それにより、燃料電池モジュールFCは発電を開始し、回路に電流が流れる（セル作動工程）。燃料電池の発電により、燃料電池セル4自身も発熱し、更に、燃料電池セル4の温度が上昇する。その結果、燃料電池モジュールFCを作動させる定格温度、例えば、600～800になる。

10

## 【0065】

その後、定格温度を維持するために、燃料電池セル4で消費される燃料ガス及び空気の量よりも多い量の燃料ガス及び空気を供給し、発電室16での燃焼を継続させる（燃焼工程）。なお、発電中は、改質効率の高い水蒸気改質反応SRで発電が進行せしめられる。水蒸気改質反応SR自体は（厳密に言えば）400～800程度で行われるが、燃料電池との組み合わせにおいては500～700程度で運転される。

## 【0066】

以上のように、本実施形態においては、制御部SCが、検知部TDにより改質器5が水蒸気改質可能な温度であると検知された際に、改質器5に被改質ガスとしての都市ガス（空気を含まない燃料ガス）と水蒸気だけを供給するよう制御し、改質器5において水蒸気改質反応SRを行わせる。水蒸気改質反応SRは吸熱反応であることから、燃焼部18の熱が奪われることとなる。しかしながら、改質器5は、燃料電池セル集合体401における複数の燃料電池セル4の配列方向の端部よりも内側に配置されているので、燃焼部18における複数の燃料電池セル4の配列方向での端部での熱を奪い難い。このため、燃焼部18における複数の燃料電池セル4の配列方向での端部での燃焼状態が不安定となるのを抑制することができる。燃焼部18における複数の燃料電池セル4の配列方向での中央部では、改質器5により熱が奪われることとなるが、温度が元々高く、燃焼状態が良好であるため、燃焼状態が不安定となる懼れはない。これらの結果、燃焼部18における燃焼状態の安定性が向上する。

20

## 【0067】

また、本実施形態では、配管6Bが改質器5の燃料電池セル4側への投影領域内に配置されているので、配管6Bは燃料電池セル4ひいては燃焼部18により近接して配置されることとなる。これにより、配管6Bは燃焼部18の熱を受けて加熱され、燃焼部18の熱の有効利用を図ることができる。

30

## 【0068】

また、本実施形態において、燃料電池セル集合体401では、複数の燃料電池セル4が行列配置されている。これにより、改質器5を燃料電池セル集合体401における複数の燃料電池セル4の配列方向の端部よりも内側に配置させる構成を容易に設計管理することができる。

40

## 【0069】

尚、本実施形態では、燃料電池セル4の配置に関し、列及び行の数は上述した実施形態の数に限られない。例えば、図8に示すように、列の数と行の数とが同じであってもよい。図8に示した例では、燃料電池セル4は、6行×6列に配置されている。

## 【0070】

本実施形態では、行列配置された燃料電池セル4のうち、行方向での両端にそれぞれ位置する少なくとも1列の燃料電池セル4が露出するように、改質器5が配置されているが、これに限らない。例えば、図9に示すように、行列配置された燃料電池セル4のうち、列方向での両端にそれぞれ位置する少なくとも1列の燃料電池セル4が露出するように、改質器5が配置されていてもよい。図9に示した例では、燃料電池セル4は、3行×6列に配置されている。なお、露出する燃料電池セル4の列又は行の数は、改質器5の行方向

50

での幅に依存する。

【0071】

行列配置された燃料電池セル4のうち、行方向又は列方向での一方の端にそれぞれ位置する少なくとも1列の燃料電池セル4が露出するように、改質器5が配置されていてよい。

【0072】

改質器5の数は、一つに限られることなく、2つ以上であってもよい。複数の改質器5は、例えば、燃料電池セル4の行方向又は列方向に併設することができる。

【図面の簡単な説明】

【0073】

【図1】本実施形態に係る燃料電池モジュールを示す正面図である。

【図2】カバー部材を外して示す燃料電池モジュールの斜視図である。

【図3】燃料電池セルユニットを説明するための図である。

【図4】燃料電池セルスタックを説明するための図である。

【図5】改質器と燃料電池セル集合体との位置関係を説明するための模式図である。

【図6】本実施形態に係る燃料電池の構成を示すブロック図である。

【図7】本実施形態に係る燃料電池の動作及び運転方法を説明するための図である。

【図8】本実施形態に係る燃料電池モジュールの変形例を説明するための模式図である。

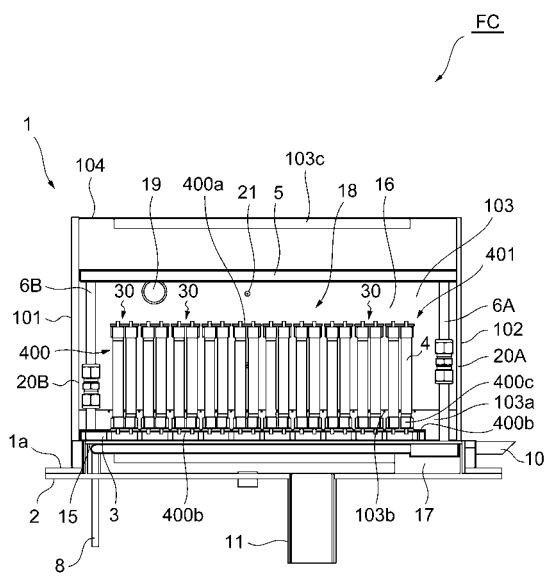
【図9】本実施形態に係る燃料電池モジュールの変形例を説明するための模式図である。

【符号の説明】

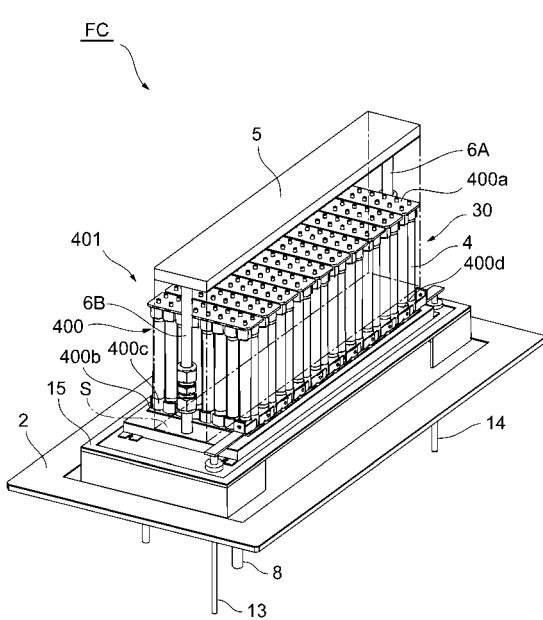
【0074】

3...ガスタンク、4...燃料電池セル、5...改質器、6A, 6B...配管、8...燃料ガス供給管、10...空気供給管、11...排気ガス管、16...発電室、18...燃焼部、19...点火装置、30...燃料電池セルユニット、400...燃料電池セルスタック、401...燃料電池セル集合体、AP...空気供給部、CS...制御部、EP...電力取出部、FC...燃料電池モジュール、FCS...燃料電池、FP...燃料供給部、SC...制御部、TD...検知部、WP...水供給部。

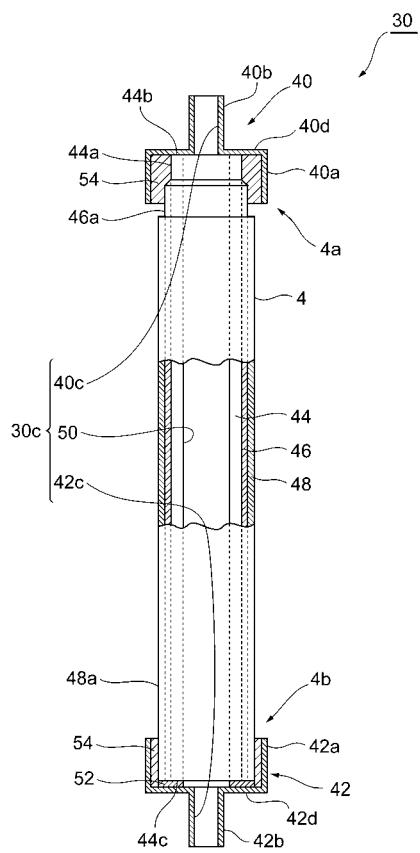
【図1】



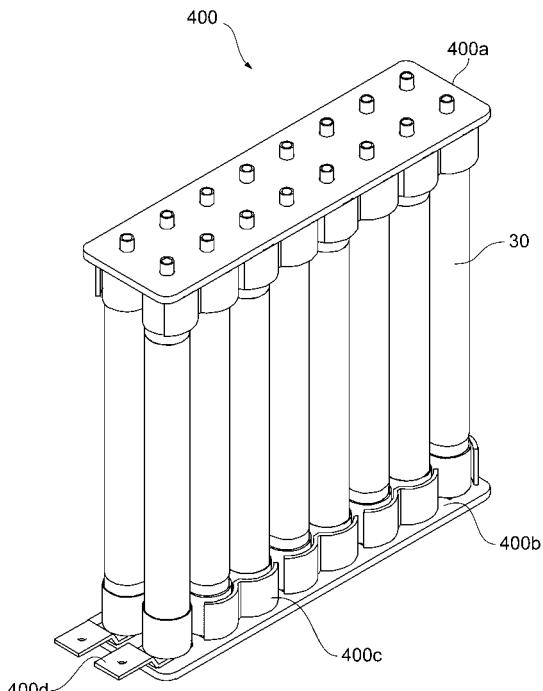
【 図 2 】



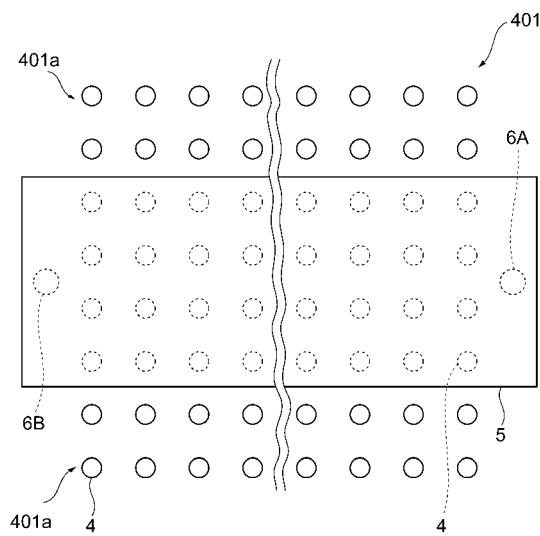
【 図 3 】



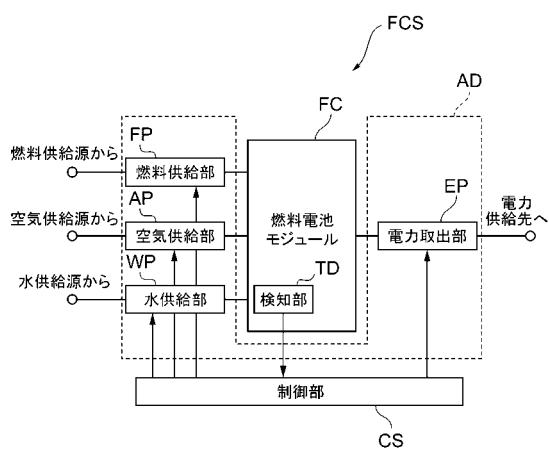
【 図 4 】



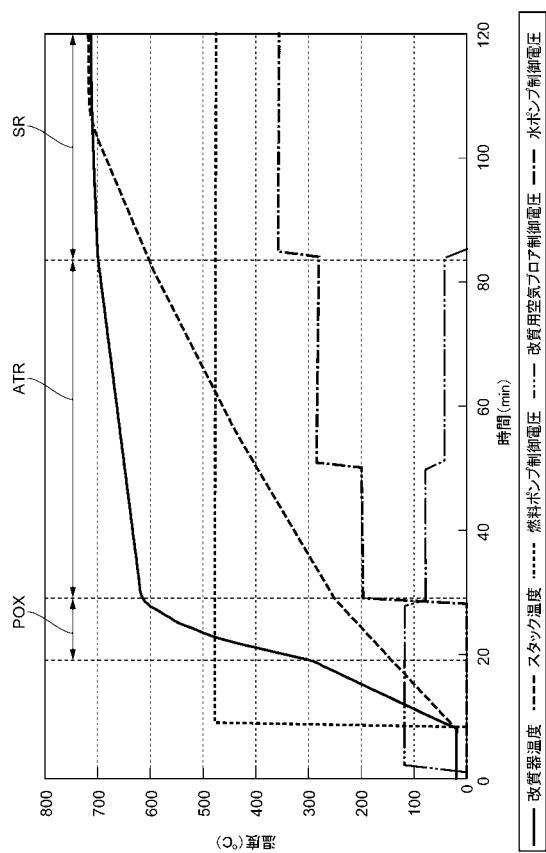
【図 5】



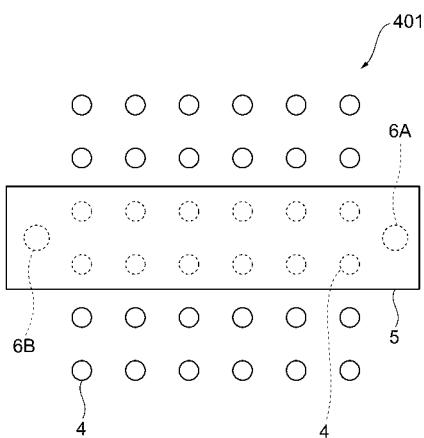
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図9】

