

(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2015-79729

(P2015-79729A)

(43) 公開日 平成27年4月23日(2015.4.23)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
HO 1 M	8/04	(2006.01)	HO 1 M 8/04	Z 5 H O 2 6
HO 1 M	8/10	(2006.01)	HO 1 M 8/04	P 5 H O 2 7
			HO 1 M 8/10	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2013-269553 (P2013-269553)	(71) 出願人	591251636 現代自動車株式会社 大韓民国ソウル特別市瑞草区麒陵路12
(22) 出願日	平成25年12月26日(2013.12.26)	(74) 代理人	100117787 弁理士 勝沼 宏仁
(31) 優先権主張番号	10-2013-0121827	(74) 代理人	100127465 弁理士 堀田 幸裕
(32) 優先日	平成25年10月14日(2013.10.14)	(74) 代理人	100176094 弁理士 箱田 満
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)	(72) 発明者	チュ、ヒョン、ソク 大韓民国キョンギード、ヨンインーシ、ギ フンーグ、トンベクジュクジョンーデロ、 281、チャムソルマウル、ワールド、メ リディアン、103-606
(31) 優先権主張番号	10-2013-0146740		
(32) 優先日	平成25年11月29日(2013.11.29)		
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		

最終頁に続く

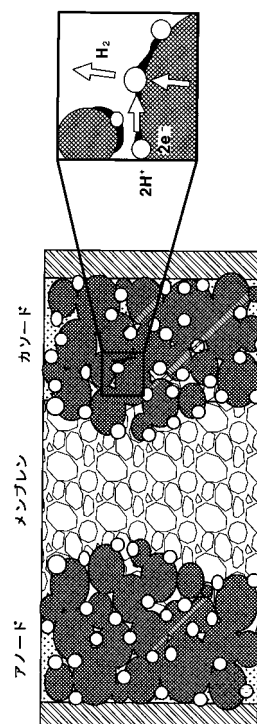
(54) 【発明の名称】 燃料電池スタックの性能回復方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】燃料電池スタックの性能回復方法に係り、車両に搭載された燃料電池スタックの脱去なしに、車両で直接劣化したスタックの性能を回復させることが可能な方法を提供する。

【解決手段】空気の供給を中断し、加湿された飽和水素のみを燃料電池スタックに供給する状態で、負荷装置を用いて燃料電池スタックへの電流の出力が行われるように、一定の負荷を連続的に印加する。この回復過程を通じて、燃料極での水素酸化反応により生成された水素正イオンと電子とを空気極に移動させ、空気極での水素の生成と共に、空気極触媒表面の酸化物を還元させて除去することにより燃料電池スタックの性能を回復を図る。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

空気の供給を中断し、水素のみを燃料電池スタックに供給する状態で、負荷装置を用いて燃料電池スタックへの電流の出力が行われるように、一定の負荷を連続的に印加する回復過程を含み、

前記回復過程を通じて、燃料極での水素酸化反応により生成された水素正イオンと電子とを空気極に移動させ、空気極での水素の生成と共に、空気極触媒表面の酸化物を還元させて除去することを特徴とする燃料電池スタックの性能回復方法。

【請求項 2】

燃料電池スタックの運転後、空気の供給を中断し、水素のみを燃料電池スタックに供給する状態で、一定の負荷を燃料電池スタックに連続的に印加して、空気極の内部の空気を消尽させ、引き続いて前記回復過程を連続的に進めることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池スタックの性能回復方法。

10

【請求項 3】

前記回復過程を所定の時間の間進め、前記所定の時間の間の回復過程を所定の回数ほど繰り返して実施することを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池スタックの性能回復方法。

【請求項 4】

前記回復過程を繰り返して実施する間に、負荷装置が消耗する燃料電池スタックの電流を、回復過程の回数が増えるにつれて段階的に増加させることを特徴とする請求項 3 に記載の燃料電池スタックの性能回復方法。

20

【請求項 5】

前記回復過程において、負荷装置によって 3 A ないし 30 A の電流を持続的に消耗させ、1 時間の間燃料電池スタックに負荷をかけることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のうちいずれか一項に記載の燃料電池スタックの性能回復方法。

【請求項 6】

前記水素の供給時に、加湿装置によって加湿された水素を供給することを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池スタックの性能回復方法。

【請求項 7】

前記水素を供給する間に、冷却水をスタックの冷却水チャンネルに同時に供給して、冷却水チャンネルに沿って冷却水を流すことで、スタックの電極面に凝縮水を発生させることを特徴とする請求項 1 または 6 に記載の燃料電池スタックの性能回復方法。

30

【請求項 8】

前記水素の供給時に、乾燥水素を供給することを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池スタックの性能回復方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、燃料電池スタックの性能回復方法に係り、より詳しくは、車両に搭載された燃料電池スタックの脱去なしに、車両で直接劣化したスタックの性能を回復させることが可能な方法に関する。

40

【背景技術】**【0002】**

燃料電池自動車において、燃料電池スタックは、車両の主な動力源として使われている一種の発電装置であって、数十ないし数百個の単位セルが積層されて構成される。

【0003】

図 1 は、燃料電池スタックの単位セルにおいて、膜電極接合体の基本構成を概略的に示す図面であり、燃料電池スタックの単位セルの構成の最も内側に、図示したような膜電極接合体 (Membrane Electrolyte Assembly: MEA) が位置する。

50

【 0 0 0 4 】

前記膜電極接合体（電極膜）は、水素正イオンを移動させる高分子電解質膜（メンブレン）１０、電解質膜の両面に、それぞれ燃料ガスである水素と、酸化剤ガスである酸素とが反応するように積層される電極として、燃料極（アノード）１４及び空気極（カソード）１２を含む。

【 0 0 0 5 】

ここで、燃料極１４及び空気極１２は、担体であるカーボンに触媒物質である白金（Pt）が支持されている層（Pt supported on Carbon）、すなわち、Pt/C触媒電極層から構成される。

【 0 0 0 6 】

また、図１には示していないが、空気極１２及び燃料極１４の外側部分には、ガス拡散層（Gas Diffusion Layer: GDL）、ガスケットなどが積層され、前記ガス拡散層の外側部分には、分離板が積層される。

【 0 0 0 7 】

前記分離板は、反応ガス（水素及び酸素（または、酸素を含む空気））を供給しつつ、反応により生成された水を排出し、冷却水を通過させるための各流路を提供する部品である。

【 0 0 0 8 】

また、単位セルが積層されている構成の最も外側には、セルを支持及び固定させるためのエンドプレート及び締結機構などが結合されて、燃料電池スタックが構成される。

【 0 0 0 9 】

このような燃料電池スタックの燃料極では、下記化学式のように水素酸化反応が行われて、水素イオンと電子とが発生し、この時生成された水素イオンと電子とがそれぞれ高分子電解質膜と分離板とを通じて空気極に移動する。

【 0 0 1 0 】

また、空気極（カソード）では、図２に示すように、燃料極（アノード）から移動した水素イオンと電子、空気中の酸素が参与する電気化学反応を通じて水が生成され、これと共に上述した電子の流れによって、燃料電池スタックから電気エネルギーが出力される。

- 電極反応 -

燃料極（アノード）：水素酸化反応 $2\text{H}_2 \rightarrow 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$

空気極（カソード）：酸素還元反応 $4\text{H}^+ + 4\text{e}^- + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

全体： $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

【 0 0 1 1 】

一方、燃料電池スタックの運転中に、膜電極接合体（電極膜、MEA）を構成する高分子電解質膜、触媒電極である空気極及び燃料極（Pt/C, Pt Supported on Carbon）には劣化が発生するが、このような劣化現象によって、一定の時間の運転後に燃料電池スタックの性能は低下する（スタック出力の減少）。

【 0 0 1 2 】

特に、劣化現象などによって、数ナノ粒子サイズを有する空気極（カソード）の白金（Pt）表面に、酸化被膜（Pt-Oxide、例えば、Pt-OH, Pt-Oなど）が形成されれば、前記酸化被膜が白金表面への反応酸素（ O_2 ）の吸着を妨げて、空気極の酸素還元反応（Oxygen Reduction Reaction: ORR）の速度を落とし、それによって、スタック性能の低下をもたらすものと知られている。

【 0 0 1 3 】

また、運転中に形成された白金表面の酸化物から溶出されたPt正イオン（ Pt^{2+} ）が他の白金粒子表面に再析出されて、白金粒子サイズを増大させ、これと共に運転中に発生するカーボン腐食は、白金とカーボンの結合力を弱化させて、数ナノ粒子サイズを有する白金粒子間の凝集をもたらすところ、このような白金粒子サイズを増大によって、触媒の活性が低下する。

【 0 0 1 4 】

10

20

30

40

50

しかし、前記のような白金触媒表面の化学的变化によるスタック性能の低下は、主に非可逆的な劣化であると認識されており、それによって、膜電極接合体の性能回復 (rehabilitation, recovery) のための方法について、多くの研究及び報告が行われていない実情である。

【0015】

上述した点に鑑みて、本出願人は、劣化した燃料電池スタックの空気極に水素を供給した後、一定の時間の間保管するステップ、一定の時間の間燃料電池スタックを保管する途中で、空気極の白金触媒表面に生成された酸化物が還元されて除去されるステップなどを3回以上繰り返して、劣化した燃料電池スタックの性能を回復させることが可能な燃料電池の性能回復方法を既に出願 (特許文献1) した。

10

【0016】

従来の技術 (特許文献1の内容) によれば、図1に示すように、劣化した燃料電池の空気極12に約70%の水素を1時間供給した後、1日保管する方法を3回繰り返すことで、空気極12の白金 (Pt) 表面に形成された酸化被膜 (Pt-OH, Pt-O など) を除去すると共に、運転中に溶出されたモバイル白金イオン (Mobile Pt^{Z+}, Z = 2, 4) を、電子との結合を通じて、活性の高い白金 (Pt) として再析出させ、空気極の触媒特性を回復させることができ、それによって、スタック性能を約30ないし40%回復させることができる。

【0017】

また、空気極12に1時間供給された水素は、再び燃料極14に拡散 (図1において、破線の矢印を参照) することで、結果としては電極の両方に水素雰囲気を形成して、空気極触媒酸化物の還元効果が得られる。

20

【0018】

しかし、上述した従来の燃料電池の性能回復方法は、性能回復のための時間が非常に長くかかり、空気極に供給する水素が非常に多く消耗 (水素の使用量が過多) するという短所があり、このような短所によって、燃料電池自動車から燃料電池スタックを脱去することなく上述したような性能回復過程を行うことは困難である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0019】

30

【特許文献1】韓国公開特許第2012-0084329号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0020】

本発明の目的は、前記のような問題点を解決するためになされたものであって、車両に搭載された燃料電池スタックの脱去なしに、車両で直接劣化したスタックの性能を回復させることが可能な方法を提供することにある。

【0021】

特に、劣化した燃料電池スタックを車両から脱去したり、車両に搭載されている燃料電池システムの補助機器 (Balance Of Plant: BOP) の構成を変更することなく、車両で直接燃料電池触媒の活性及びスタック性能を回復させることが可能な方法を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0022】

前記目的を達成するために、本発明は、空気の供給を中断し、水素のみを燃料電池スタックに供給する状態で、負荷装置を用いて燃料電池スタックへの電流の出力が行われるように、一定の負荷を連続的に印加する回復過程を含み、前記回復過程を通じて、燃料極での水素酸化反応により生成された水素正イオンと電子とを空気極に移動させ、空気極での水素の生成と共に、空気極触媒表面の酸化物を還元させて除去することを特徴とする燃料電池スタックの性能回復方法を提供する。

50

【 0 0 2 3 】

ここで、燃料電池スタックの運転後、空気の供給を中断し、水素のみを燃料電池スタックに供給する状態で、一定の負荷を燃料電池スタックに連続的に印加して、空気極の内部の空気を消尽させ、引き続いて前記回復過程を連続的に進めることを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

また、前記回復過程を所定の時間の間進め、前記所定の時間の間の回復過程を所定の回数ほど繰り返して実施することを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

また、前記回復過程を繰り返して実施する間に、負荷装置が消耗する燃料電池スタックの電流を、回復過程の回数が増えるにつれて段階的に増加させることを特徴とする。

10

【 0 0 2 6 】

また、前記回復過程において、負荷装置によって 3 A ないし 3 0 A の電流を持続的に消耗させ、1 時間の間燃料電池スタックに負荷をかけることを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

また、前記水素の供給時に、乾燥水素を供給したり、より望ましくは、加湿装置によって加湿された水素を供給する。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 8 】

本発明のスタックの性能回復方法によれば、空気の供給は遮断し、加湿された飽和水素のみを供給する条件にて、車両の負荷装置を用いてスタックに負荷を印加する比較的な方法により、空気極触媒表面に形成された酸化物を還元させて除去することができ、特に、スタックの脱去なしに、車両で直接劣化したスタックの性能を回復させることができる。燃料電池車両において全般的なスタックの耐久性を向上させるのに寄与することができる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 9 】

【 図 1 】 従来の燃料電池スタックの性能回復方法を示す概念図である。

【 図 2 】 燃料電池の膜電極接合体（電極膜）の構造を示す図面である。

【 図 3 】 本発明による性能回復過程において、空気極の水素ポンピングメカニズムを示す図面である。

30

【 図 4 】 本発明による性能回復過程の間のセル電圧分布を示す図面である。

【 図 5 】 本発明において、触媒回復メカニズムを示す図面である。

【 図 6 】 本発明による回復過程後、スタック性能の回復状態を示す図面である。

【 図 7 】 本発明による性能回復過程において、回復印加電流の影響を示す図面である。

【 図 8 】 本発明による性能回復過程後、セル間の性能偏差が減少することを示す図面である。

【 図 9 】 本発明において、“水素スピルオーバー”による触媒周辺のカーボン酸化物の還元が行われるメカニズムを示す図面である。

【 図 1 0 】 本発明において、水排出性の改善によるセル間の性能偏差の減少効果を示す図面である。

40

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 3 0 】

以下、添付した図面を参照して、本発明の実施形態について、本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者が容易に実施できるように詳細に説明する。

【 0 0 3 1 】

本発明は、車両に搭載された燃料電池スタックの脱去なしに、車両で直接劣化したスタックの性能を回復させることが可能な方法を提供するものである。

【 0 0 3 2 】

このために、本発明においては、空気の供給を中断し、加湿された飽和水素を燃料電池スタックに供給する状態で、一定の負荷を燃料電池スタックに連続的に印加することで、

50

空気極での水素ポンピングを誘導（空気極の内部で水素の発生を誘導）し、これによって、空気極の白金触媒表面に形成されていた酸化被膜（ $\text{Pt}-\text{OH}$ 、 $\text{Pt}-\text{O}$ ）を効果的に除去して、触媒活性及びスタック性能を回復させる。

【0033】

本発明の方法について、より詳細に説明すれば、まず、燃料電池スタックの運転中に、空気極に形成された白金触媒表面の酸化物（ $\text{Pt}-\text{Oxide}$ 、例えば、 $\text{Pt}-\text{OH}$ 、 $\text{Pt}-\text{O}$ など）を除去するために、空気の供給は中断し、水素のみを燃料電池スタックに供給する状態で、燃料電池スタックに一定の負荷を連続的に印加する。

【0034】

すなわち、空気の供給は中断した状態で、加湿された飽和水素のみを供給して、燃料電池スタックの燃料極に、加湿された飽和水素を供給しつつ、空気極への空気の供給は中断すると共に、負荷装置を用いて燃料電池スタックに一定の負荷を印加するものである。

【0035】

ここで、加湿された水素が燃料電池スタックに供給されるように、車両の水素貯蔵部（水素タンク）から燃料電池スタックに供給される水素を加湿する加湿装置が用いられる。

【0036】

本発明において、スタックの性能を回復させるための過程で、空気の供給を中断した状態で供給しなければならない水素は乾燥水素であるが、加湿された水素を使用する場合、乾燥水素を使用する場合に比べてさらに効率が高くなる。

【0037】

したがって、水素タンクに貯蔵された水素をそのまま供給するよりは、加湿装置に通過させて加湿した水素をスタックに供給することがより望ましい。

【0038】

燃料電池分野において、気体（反応気体など）を加湿する装置は、公知の技術構成であり、空気の加湿に使われる膜加湿器の形態以外にも、多様な燃料電池用加湿装置が知られているところ、本明細書において加湿装置についての詳細な説明は省略し、前記加湿装置を水素供給管路ないし流路部に適用して、水素を加湿する。

【0039】

また、前記負荷装置としては、燃料電池スタックの電流を消耗する車両内装置が用いられるが、例えば、車両用燃料電池システムに既に搭載されているCOD（Cathode Oxygen Depletion）装置が用いられる。

【0040】

このように、本発明においては、空気極に形成された白金触媒表面の酸化物を還元させて除去するために、空気の供給は中断し、加湿された飽和水素を燃料極に供給する状態で、負荷装置を用いて、触媒活性及びスタック性能の回復のための電流を燃料電池スタックから抜き出す方式により、一定の負荷を連続的に印加する。

【0041】

前記のように、飽和水素を供給し、空気の供給は中断した状態で、負荷装置を用いて燃料電池スタックに負荷を印加すれば、空気極の内部の空気が消耗し、かつ燃料電池スタックのセル電圧は、0Vに近く低下する（燃料極： $2\text{H}_2 \rightarrow 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ / 空気極： $4\text{H}^+ + 4\text{e}^- + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ 、空気極内の酸素を除去）。

【0042】

燃料電池スタックに、燃料ガスである水素と、酸化剤ガスである空気（酸素）とを供給する状態で、セル電圧は、OCV（Open Circuit Voltage）（理論的なOCVは、約1.23Vである）を表すが、前記のように、燃料極に飽和水素を供給し、空気極への空気の供給は中断した状態で、負荷装置を用いて燃料電池スタックに負荷を印加すれば、スタックのセル電圧は、0Vに低下する。

【0043】

また、空気極の内部の残余酸素がいずれも消尽した後にも、連続的に一定の負荷を印加すれば、燃料極で水素酸化反応により生成された水素正イオンと電子とが空気極に移動し

10

20

30

40

50

て、空気極で水素生成反応が発生する（燃料極： $2\text{H}_2 \rightarrow 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ / 空気極： $4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2$ 、空気極内の水素を生成）。

【0044】

この時、燃料電池スタックに負荷を印加するために、負荷装置（例えば、COD）を用いて、一定の時間（既定の回復時間）の間、30A以下の電流を持続的に消耗させることが可能である。

【0045】

例えば、1時間の回復時間の間、燃料電池スタックから3Aないし30Aの電流（回復のための負荷印加電流、すなわち、回復印加電流）を持続的に負荷装置に印加して、スタックに負荷をかけることが可能である。

10

【0046】

ここで、回復のための印加電流が低すぎる場合、十分なスタック性能の回復効果を得ることが困難であるだけでなく、回復効率も低いので望ましくなく、電流が増加すれば、回復効率は高くなるので、30Aまで十分な電流を印加することが回復効率及び効果面で有利である。

【0047】

そして、スタック性能を回復させる過程において、上述したように加湿された水素を供給すれば、回復効率を高めることができるが、性能回復過程においてスタック冷却システムを作動させて、スタックの冷却水チャンネルに冷却水を供給すれば、性能効率をさらに高めることができる。

20

【0048】

すなわち、高温（例えば、70℃）の水素を供給する時、低温（例えば、15～30℃）の冷却水を同時に供給して、分離板の冷却水チャンネルに沿って冷却水を流せば、スタックの電極面（反応面）に凝縮水が発生して、回復効率をさらに高めることができる。

【0049】

図3は、本発明による性能回復過程において、空気極の水素ポンピングメカニズムを示す図面であり、燃料極で水素酸化反応により生成された水素正イオンと電子とが空気極に移動して、空気極で水素が生成される反応、すなわち、水素ポンピング反応を見せている。

【0050】

また、空気極に移動した正イオンと電子は、空気極の白金触媒表面に生成されている酸化物（Pt-O、Pt-OH）の還元反応にも直接関与するが、これによって、空気極内の白金触媒表面の酸化物を効率的に除去することができる。

30

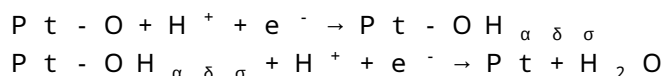
【0051】

図4は、性能回復過程で、燃料電池スタックのセル電圧（各セルの平均電圧）分布を示す図面であり、回復印加電流5Aの負荷をスタックに印加する時（電流を負荷装置に出力して印加する）のセル電圧分布を示しており、性能回復過程において、スタック負荷の印加によって、セル電圧が0Vに近く低下することを見せている。

【0052】

本発明による性能回復過程において、空気極内の白金酸化物の還元反応を反応式により表せば、下記の通りである。

40



【0053】

また、本発明による性能回復過程における電極反応、すなわち、燃料極での水素酸化反応と、空気極での水素還元（生成）反応とを反応式により表せば、下記の通りである。

- 電極反応 -

燃料極（アノード）：水素酸化反応 $2\text{H}_2 \rightarrow 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$

空気極（カソード）：酸素還元反応 $4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2$ （水素ポンピング）

全体： H_2 （燃料極） $\rightarrow \text{H}_2$ （空気極）

50

【0054】

図5は、上述した触媒回復メカニズムを示す図面であり、車両に搭載されている劣化したスタックに対して空気の供給を中断した状態で、水素のみを供給する条件にて、3 Aないし6 Aの静電流負荷を連続的に印加することで、空気極から水素を発生させ（水素ポンピング）、燃料電池の運転中に形成された空気極内の白金触媒表面の酸化物（Pt - O，Pt - OH）を除去して、触媒活性を向上させる。

【0055】

また、劣化したスタックの十分な性能回復のために、前記のような性能回復過程（空気供給の中断、水素供給の維持及び負荷印加）は、所定の回数ほど繰り返して実施することが望ましい。

10

【0056】

この時、性能回復過程が繰り返して進められる間、スタック性能の回復のための負荷印加電流、すなわち、回復印加電流を回数によって段階的に高くすれば、空気極内の白金表面の酸化物還元反応速度が速くなり、劣化したスタックの性能回復率を高くすることができる。

【0057】

例えば、性能回復過程の回数が増えるにつれて、回復印加電流を3.5 A → 4.5 A → 5.5 Aの形態に高くすることが可能である。

【0058】

図6及び図7は、本発明による回復過程後の性能回復状態を示す図面であり、電極膜（MEA）及びスタック性能の回復過程を総8回にわたって繰り返して実施するが、1，2，4，8回の過程後のスタック電流と電圧とを表している。

20

【0059】

図6を参照すれば、性能回復過程を繰り返すことで、同一電流密度でのセル電圧（各セルの平均電圧）が次第に高くなることが分かるが、0.6 A / cm²の電流密度で8回後のセル電圧は、約33 mV上昇することを確認することができた（33 mV上昇@ 0.6 A / cm²）。

【0060】

これは、初期に比べて性能回復率が43%に達するものであって、本発明を適用する場合、触媒活性向上による電極膜の性能回復がなされることを表す。

30

【0061】

図7は、本発明において回復印加電流による影響を示しており、回復印加電流によるセルの平均電圧（平均電圧@ 0.6 A / cm²）を表している。

【0062】

図7を参照すれば、実験的に確認した結果、性能回復過程を繰り返して実施する時、その回数によって3.5 A，4.5 A，5.5 Aの形態にスタック回復印加電流を段階的に高くする場合、それによって性能回復率も次第に高くなることが分かる。

【0063】

このように、本発明においては、空気の供給は遮断し、水素のみを供給する条件にて、スタックに負荷をかけて、スタックで人為的に電気を生産させ、この時、電気の生産に必要な酸素としては、空気中の酸素の代わりに、空気極内にあるPt - Oなどの酸素を強制活用させることができる。

40

【0064】

前記のように劣化したスタックで空気極の水素ポンピング技法を適用して、空気極の白金触媒表面に存在する酸化被膜（Pt - OH，Pt - O）を効果的に除去することができ、特に、スタックの脱去なしに、車両で直接スタック性能を回復させることができ、燃料電池車両のスタックの耐久性を向上させることができる。

【0065】

そして、本発明の方法による他の効果として、性能回復過程後の劣化率の低いセルで電圧上昇幅が小さい一方、劣化率の高いセルでは電圧上昇幅が相対的に大きいということを

50

実験的に確認することができた。

【0066】

したがって、数百個の単位セルから構成された燃料電池スタックに、本発明の性能回復方法を適用すれば、車両の運転によって増加したセル間の性能偏差を再び減少させる効果が得られる（セル性能の均等化効果）。

【0067】

図8は、本発明による性能回復過程後、セル間の性能偏差が減少することを示す図面であり、実験の結果、8次性能回復過程後には、セル間の電圧標準偏差が約19%減少するものと確認され、全体セルの平均電圧と最小セル電圧との差である $d e l$ Vが約55%減少するものと確認された。

10

【0068】

このように、本発明の方法を適用する場合、劣化程度がさらに厳しいセルで相対的にさらに多い性能回復がなされ、結果として全体セルが均一な性能を表すことができる。

【0069】

また、本発明の方法によるさらに他の効果として、性能回復過程後の燃料電池の水排出性が改善されることができる。

【0070】

性能回復過程の間に空気極で生成された水素は、白金触媒表面に吸着された後、表面拡散を通じて、白金周辺のカーボン担体に移動し（水素スピルオーバー）、励起された水素原子は、運転中に生成された白金周辺のカーボン酸化物を再び還元させて、カーボン表面の疎水性を一部回復させる。

20

【0071】

実際に本回復技法を劣化したスタックに適用した結果、水排出性が約20%改善されることを実験的に確認したところ、金属分離板の流路内のフラiddingを最小にすることができる。

【0072】

また、空気と水素の流路が十分に確保されることで、 $d e l$ V（全体セルの平均電圧と最小セルの電圧との差）が減少する（セル間の性能偏差減少）。

【0073】

図9は、水素スピルオーバーによる触媒周辺のカーボン酸化物の還元が行われるメカニズムを示す図面であり、図10は、運転時間による $d e l$ Vの変化を示す図面である。

30

【0074】

図9に示すように、空気極のカーボン担体内の水素がカーボン酸化物を還元させて、カーボン担体の疎水性を回復させることができ、運転中にフラiddingによるセル性能の低下を防止することができる。

【0075】

また、図10を参照すれば、性能回復過程後、スタック内の水排出性の向上によって、セル間の性能偏差が減少することを確認することができる（性能回復過程後の平均 $d e l$ Vが減少する）。

【0076】

このようにして、本発明においては、劣化した燃料電池スタックを車両から脱去したり、車両に搭載されている燃料電池システムの補助機器（BOP）の構成を変更することなく、車両で直接燃料電池の触媒活性及びスタック性能を回復させることができ、スタックの耐久性を向上させることができる。

40

【0077】

以上、本発明の実施形態について詳細に説明してきたが、本発明の権利範囲は、これに限定されるものではなく、特許請求の範囲で定義している本発明の基本概念を用いた当業者の色々な変形及び改良の形態も、本発明の権利範囲に含まれる。

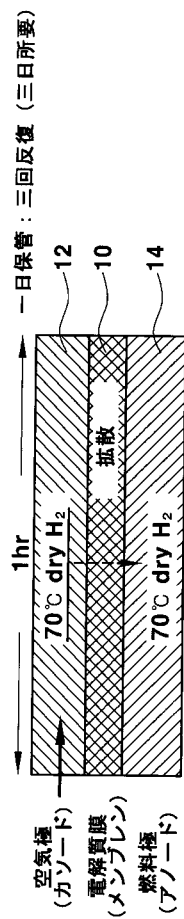
【符号の説明】

【0078】

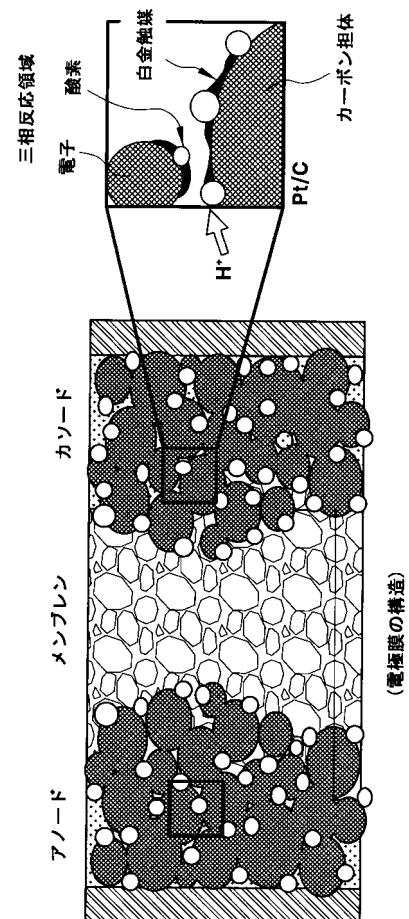
50

- 1 0 高分子電解質膜
- 1 2 空気極
- 1 4 燃料極

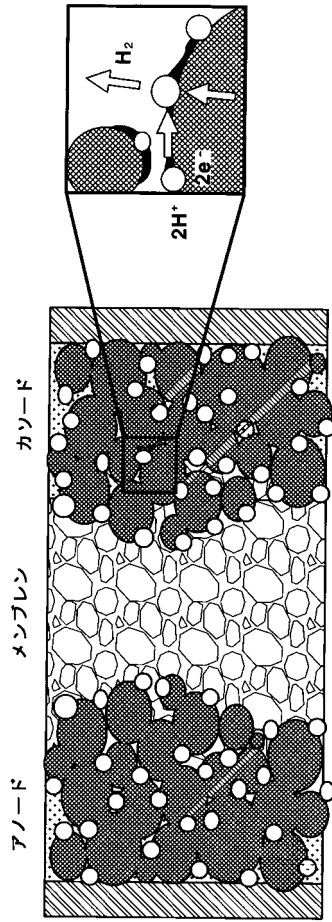
【図 1】



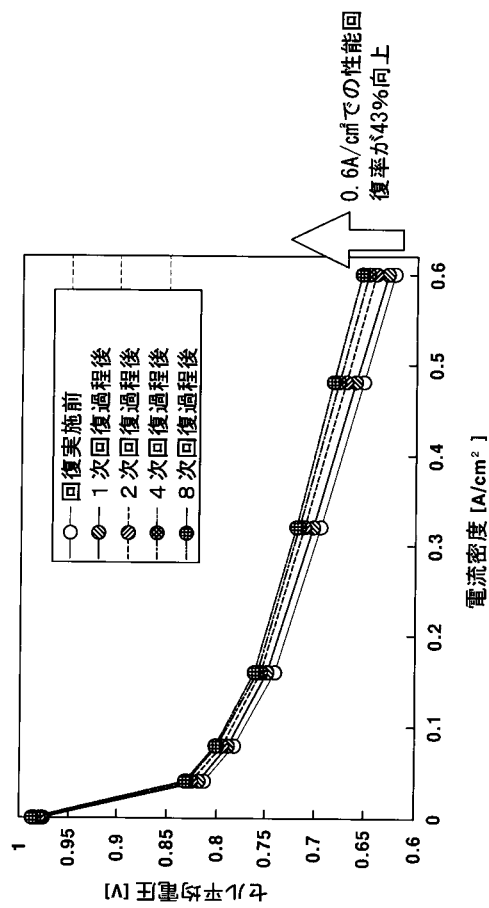
【図 2】



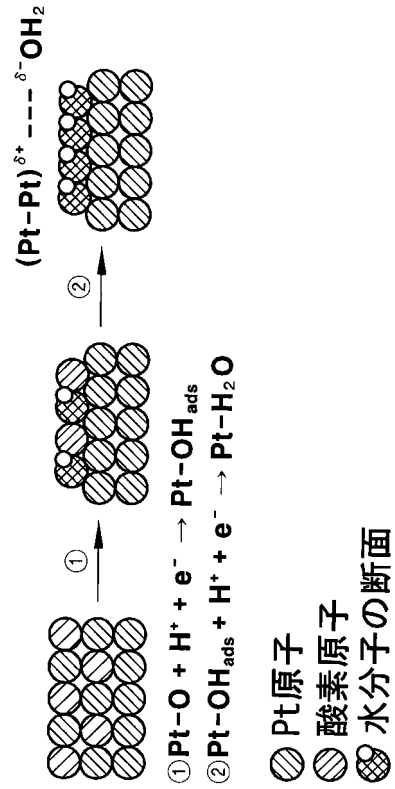
【図 3】



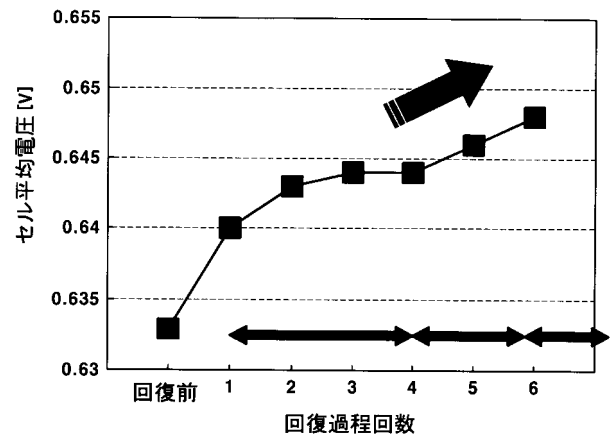
【図 6】



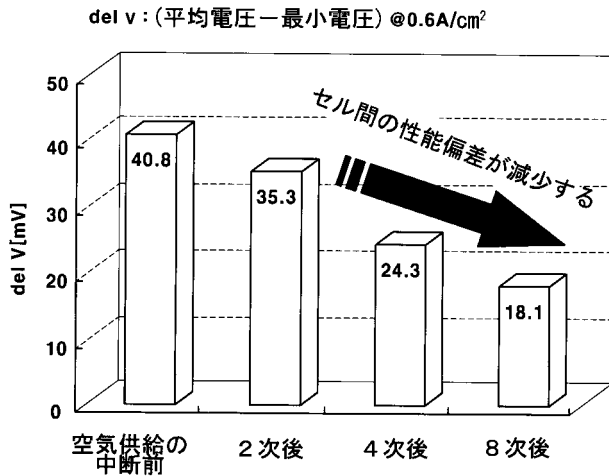
【図 5】



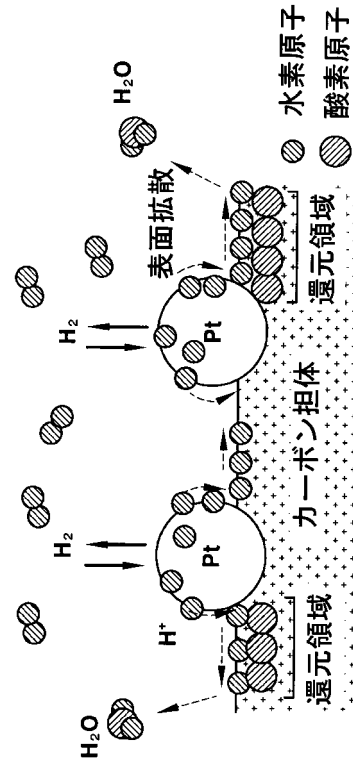
【図 7】



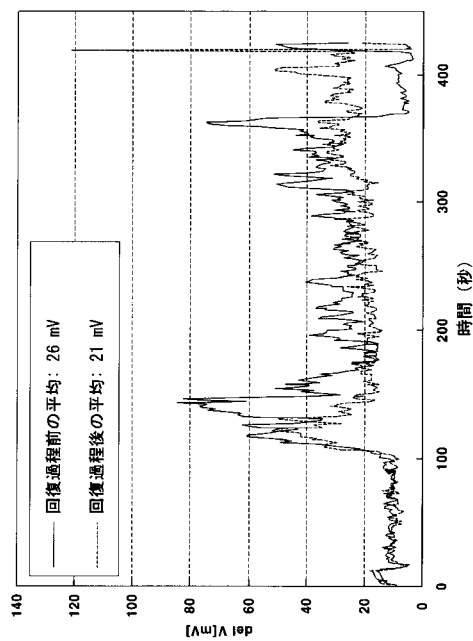
【図 8】



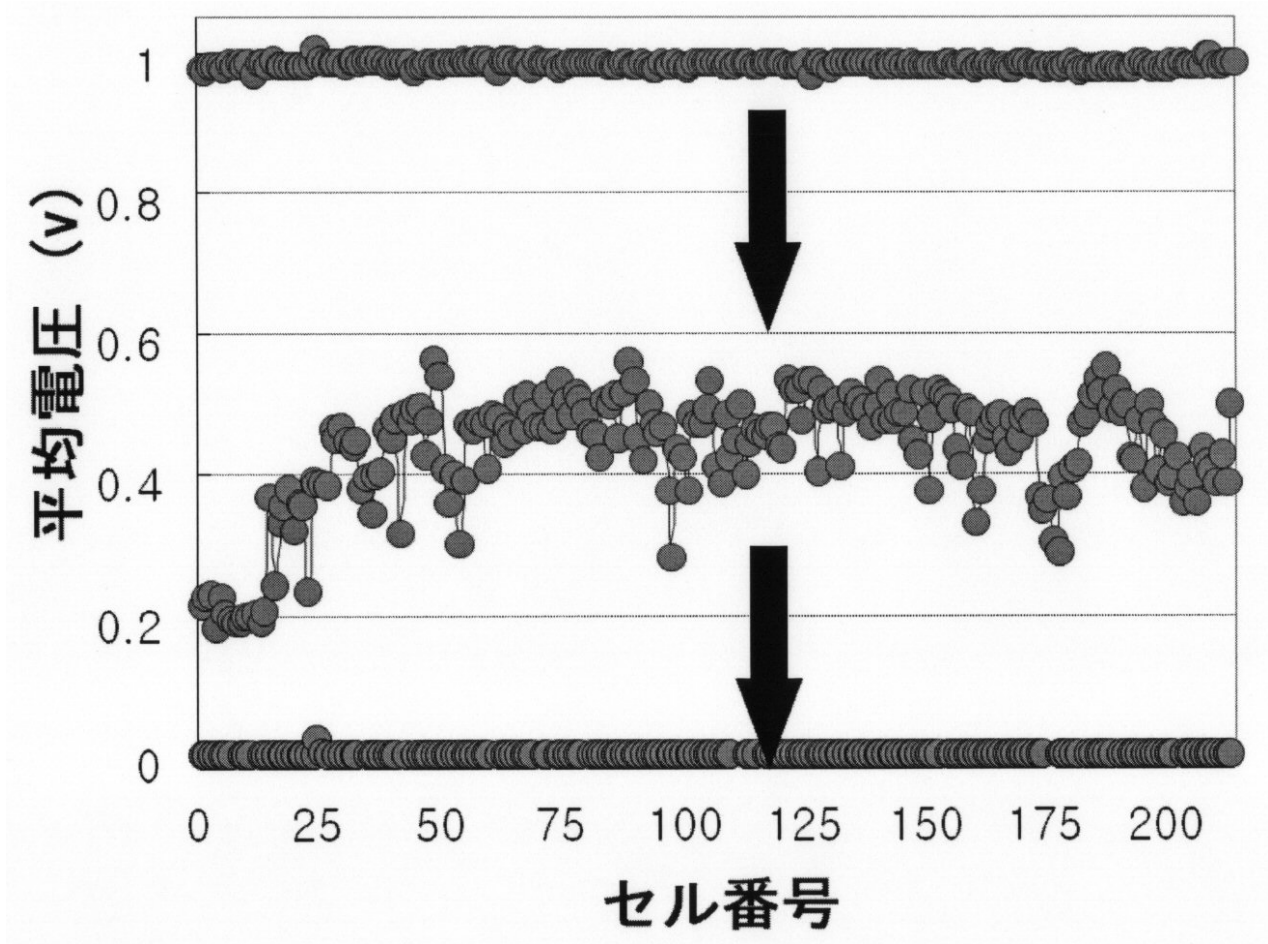
【図 9】



【図 10】



【図 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 チョン、テ、グン
大韓民国ソウル特別市、ソンパ - グ、シンチョン - ロ、6ギル、10、チャムシル、ザ - シャープ
、スターパーク、アパート、101 - 2104
- (72)発明者 シン、ファン、ス
大韓民国キョンギ - ド、ウィワン - シ、ピョンギ - ギル、48、ウィーブ、ホスマウル、1、ダン
ジ、アパート、105 - 1902
- (72)発明者 イ、ソン、グン
大韓民国キョンギ - ド、スウォン - シ、ヨントン - グ、メヨン - ロ、310ボン - ギル、27、シ
ンナムシル、6、ダンジ、アイアパート、642 - 1301
- (72)発明者 イ、ジェ、ヒョク
大韓民国ソウル特別市、ソチョ - グ、チャムウォン - ロ、62、バンポ、ハンヤン、アパート、5
- 1107

Fターム(参考) 5H026 AA06

5H027 AA06 KK54 KK56 MM01 MM26