

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5140838号
(P5140838)

(45) 発行日 平成25年2月13日(2013.2.13)

(24) 登録日 平成24年11月30日(2012.11.30)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 M 8/04 (2006.01)

H O 1 M 8/04 Y

H O 1 M 8/10 (2006.01)

H O 1 M 8/10

H O 1 M 8/06 (2006.01)

H O 1 M 8/06 K

H O 1 M 8/04 A

H O 1 M 8/04 Z

請求項の数 20 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2006-515612 (P2006-515612)
 (86) (22) 出願日 平成16年6月25日 (2004.6.25)
 (65) 公表番号 特表2007-505443 (P2007-505443A)
 (43) 公表日 平成19年3月8日 (2007.3.8)
 (86) 国際出願番号 PCT/CA2004/000954
 (87) 国際公開番号 W02004/114448
 (87) 国際公開日 平成16年12月29日 (2004.12.29)
 審査請求日 平成19年4月6日 (2007.4.6)
 (31) 優先権主張番号 60/482,010
 (32) 優先日 平成15年6月25日 (2003.6.25)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 60/495,091
 (32) 優先日 平成15年8月15日 (2003.8.15)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 311014059
 7 1 8 8 5 0 1 カナダ インコーポレイ
 デッド
 カナダ オンタリオ州 エル5アール 1
 ビー8 ミシサーガ マクローリン ロー
 ド 5 9 8 5
 (74) 代理人 100079049
 弁理士 中島 淳
 (74) 代理人 100084995
 弁理士 加藤 和詳
 (74) 代理人 100085279
 弁理士 西元 勝一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池モジュールおよび燃料電池を遮断するプロセス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも1個の燃料電池を含む燃料電池スタックであって、それぞれの燃料電池は、アノード電極、カソード電極および前記アノード電極と前記カソード電極との間に配置される電解質媒体を有し、通常の作動中に、前記アノード電極には、第1の反応体が供給され、また前記カソード電極には、第2の反応体と非反応性物を含有する第1の混合物が供給される燃料電池スタックと、

前記アノード電極と前記カソード電極との間に接続可能な寄生負荷と、

第1の反応体供給ポートと、

前記第1の反応体を前記第1の反応体供給ポートから前記アノード電極へ供給するアノード入口ポートと、

10

前記第1の反応体供給ポートと前記アノード入口ポートとの間に接続可能であって、前記アノード電極へ送出される前記第1の反応体の流れを調節する、流れ制御装置と、

燃料電池モジュールの遮断プロセスに適切な前記第1の反応体の量を貯留する、前記第1の反応体供給ポートと前記流れ制御装置との間に、前記流れ制御装置と直列に接続可能な反応体貯留部であって、それにより、使用中に燃料電池モジュールが遮断されると、前記第1の反応体の貯留された量が、反応体貯留部から引出され、前記燃料電池モジュールの遮断時に前記燃料電池スタックに残存する前記第1の反応体の量とともに、少なくとも前記燃料電池モジュールの遮断時に前記燃料電池モジュール内に残存する前記第2の反応体の量と電気化学的に反応して、前記第1の反応体の貯留された前記量と、前記燃料電池

20

スタックに残存する前記第 1 の反応体の前記量と、少なくとも前記第 2 の反応体の前記燃料電池モジュール内に残存する前記量と、を電気化学的に消費し、それにより、実質的に前記非反応性物から成る第 2 の混合物を残す、反応体貯留部と、
を備える燃料電池モジュール。

【請求項 2】

燃料電池スタックは、
前記第 1 の混合物を前記カソード電極へ供給するカソード入口ポートと、
前記第 2 の反応体の未反応量、前記非反応性物の量および前記カソード電極からの排出生成物を減圧排気するカソード出口ポートと、および
前記第 1 の反応体の未反応量および前記アノード電極からの排出生成物を減圧排気する
アノード出口ポートと、を備える、
請求項 1 に記載の燃料電池モジュール。

10

【請求項 3】

前記電解質媒体は、陽子交換膜 (P E M) である、請求項 2 に記載の燃料電池モジュール。

【請求項 4】

前記第 1 の反応体は水素であり、前記第 1 の反応体は、空気中に保持される酸素であり、および前記非反応性物は、空気中に保持される窒素である、請求項 3 に記載の燃料電池モジュール。

【請求項 5】

前記第 1 の反応体の供給ポートが水素供給ポートであり、
遮断プロセス中に、前記水素供給ポートから前記アノード入口ポートへの水素の流れを遮断する、前記水素供給ポートと前記反応体貯留部との間に接続自在なアノード入力弁とをさらに備える、請求項 4 に記載の燃料電池モジュール。

20

【請求項 6】

遮断プロセス中に、前記アノード出口ポートを封止的に閉止する、前記アノード出口ポートへ接続自在なアノード出力弁をさらに備える、請求項 5 に記載の燃料電池モジュール。

【請求項 7】

通常の作動中に、空気を前記カソード電極中へ送入する、前記カソード入口ポートと空気供給源との間に接続自在な送風機をさらに備える、請求項 5 に記載の燃料電池モジュール。

30

【請求項 8】

前記送風機は、遮断プロセス中に、前記カソード電極中への空気の自由な流れを受動的に妨げるが、完全には阻止しないように、さらに構成される、請求項 7 に記載の燃料電池モジュール。

【請求項 9】

前記送風機を通して前記カソード入口ポートに流入する空気の流れを遮断する、前記送風機と前記カソード入口ポートとの間に接続自在なカソード入力弁をさらに備える、請求項 7 に記載の燃料電池モジュール。

40

【請求項 10】

前記カソード入口ポートと前記空気供給源との間に、前記送風機に対して並列に接続自在な逆止弁をさらに備え、前記逆止弁は、前記カソード電極の内部圧力と空気供給圧力との間の所定の圧力差において開放し、また前記内部圧力と前記空気供給圧力がほぼ同一であるときに閉止されたままである、請求項 9 に記載の燃料電池モジュール。

【請求項 11】

遮断プロセス中に、前記カソード出口ポートを封止的に締切る、前記カソード出口ポートへ接続自在なカソード出力弁をさらに備える、請求項 7 に記載の燃料電池モジュール。

【請求項 12】

前記第 1 の反応体の供給ポートが水素供給ポートであり、

50

遮断プロセス中に、前記水素供給ポートから前記アノード入口ポートへの水素の流れを遮断する、前記水素供給ポートと前記反応体貯留部との間に接続自在なアノード入力弁と、および

前記カソード入口ポートと前記アノード入口ポートとの間に接続自在な逆止弁と、をさらに備える請求項 7 に記載の燃料電池モジュールであって、

前記逆止弁は、前記カソード電極の内部圧力と前記アノード電極の内部圧力との間の所定の圧力差において開放し、また前記それらの内部圧力がほぼ同一であるときに閉止されたままである、請求項 7 に記載の燃料電池モジュール。

【請求項 13】

前記カソード出口ポートに流入する空気の自在な流れを防ぐが、完全には阻止しない、前記カソード出口ポートへ接続自在な排気ポートをさらに備える、請求項 7 に記載の燃料電池モジュール。

【請求項 14】

前記制御装置は、押圧パネと組み合わせて空気圧によりドーム押圧される順圧式調整器である、請求項 1 に記載の燃料電池モジュール。

【請求項 15】

前記反応体貯留部は、容器、加圧容器、およびチューブの長さ部分のいずれかである、請求項 1 に記載の燃料電池モジュール。

【請求項 16】

遮断プロセス中に、前記反応体貯留部に貯留される前記第 1 の反応体の近理論量が、他の好ましくない反応体の生成を防ぐために、前記燃料電池モジュールに残存する前記第 2 の反応体の量を電気化学的に消費するように、かつ前記第 1 と第 2 の反応体の残存量が電気化学的に消費されるにつれて、前記燃料電池モジュール内に対応する圧力低下を生じさせるように、前記反応体貯留部はサイズが決められる、請求項 1 に記載の燃料電池モジュール。

【請求項 17】

遮断プロセス中に、前記反応体貯留部に貯留される前記第 1 の反応体の近理論量が、他の好ましくない反応の生成を防ぐために、前記燃料電池モジュールに残存する前記第 2 の反応体の全量を電気化学的に消費するに足る未満であるように、前記反応体貯留部はサイズが決められ、および遮断プロセス中に、前記第 2 の反応体の残存量の殆ど全てが、遮断プロセス中に前記反応体貯留部へ加えられる前記第 1 の反応体の追加量により電気化学的に消費されるように前記反応体貯留部は再補給可能である、請求項 1 に記載の燃料電池モジュール。

【請求項 18】

前記寄生負荷は、前記燃料電池モジュールの内部抵抗部分および外部抵抗構成要素の少なくともいずれかを含む、請求項 1 に記載の燃料電池モジュール。

【請求項 19】

第 1 の電極、第 2 の電極および前記第 1 と第 2 の電極間に配置される電解質媒体を有する燃料電池であって、通常の作動中に、前記第 1 の電極には、第 1 の反応体が供給され、また前記第 2 の電極には、第 2 の反応体と非反応性物を含有する第 1 の混合物が供給される燃料電池と、

前記第 1 と第 2 の電極間に接続自在である寄生負荷と、

第 1 の反応体供給ポートと、

前記第 1 の反応体を前記第 1 の反応体供給ポートから前記第 1 の電極へ供給する入口ポートと、

前記第 1 の反応体供給ポートと前記入口ポートとの間に接続自在であって、前記第 1 の電極へ送出される前記第 1 の反応体の流れを調節する、流れ制御装置と、

および

燃料電池モジュールの遮断プロセスに適切な前記第 1 の反応体の量を貯留する、前記第 1 の反応体供給ポートと前記流れ制御装置との間に、前記流れ制御装置と直列に接続自在な

10

20

30

40

50

反応体貯留部であって、それにより、使用中に燃料電池モジュールが遮断されると、前記第 1 の反応体の貯留された量が、反応体貯留部から引出され、前記燃料電池モジュールの遮断時に前記燃料電池スタックに残存する前記第 1 の反応体の量とともに、少なくとも前記燃料電池モジュールの遮断時に前記燃料電池モジュール内に残存する前記第 2 の反応体の量と電気化学的に反応して、前記第 1 の反応体の貯留された前記量と、前記燃料電池スタックに残存する前記第 1 の反応体の前記量と、少なくとも前記第 2 の反応体の前記燃料電池モジュール内に残存する前記量と、を電気化学的に消費し、それにより、前記非反応性物からほぼ成る第 2 の混合物を残す、反応体貯留部と、
を備える燃料電池モジュール。

【請求項 20】

燃料電池を遮断するプロセスであり、前記燃料電池は、第 1 の電極、第 2 の電極および前記第 1 と第 2 の電極間に配置される電解質媒体を有し、そこにおいて、通常の作動中に、前記第 1 の電極には、第 1 の反応体が、第 1 の反応体供給ポートを介して、当該第 1 の反応体供給ポートと前記第 1 の電極との間に接続可能である流れ制御装置により流れ制御されつつ供給され、前記第 2 の電極には、第 2 の反応体と非反応性物を含有する第 1 の混合物が供給され、前記第 1 の反応体供給ポートと前記流れ制御装置との間に、前記流れ制御装置と直列に接続可能である反応体貯留部に、燃料電池モジュールの遮断プロセスに適切な第 1 の反応体の量が前記流れ制御装置の制御により貯留されるプロセスであって、

前記第 1 の電極への前記第 1 の反応体の流入を阻止するステップと、

バランスオブプラントの構成要素を支援する電力を遮断するステップと、

前記第 1 と第 2 の電極間に接続自在な寄生負荷を通して電流を引出すステップと、
少なくとも前記燃料電池モジュールの遮断時の前記燃料電池モジュール内の第 2 の反応体の残存量を電気化学的に消費するために、第 1 の反応体の事前に貯留される近理論量を生成するステップと、および

前記第 2 の電極の前記第 1 の混合物の量を遅延して流入させるステップと、

前記流れ制御装置の制御により、前記第 1 の反応体の前記近理論量が前記反応体貯留部から引き出されるステップと、

を含むプロセスにおいて、

前記第 1 の反応体の前記近理論量が、前記燃料電池モジュールの遮断時に前記燃料電池スタックに残存する前記第 1 の反応体の量とともに、少なくとも前記燃料電池モジュールの遮断時の前記燃料電池モジュール内の前記第 2 の反応体の前記残存量と反応し、それにより、前記非反応性物からほぼ成る第 2 の混合物を残す、プロセス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池に関し、および特に、遮断と再始動の期間中に一部の構成部材が受ける磨耗と劣化の速度を減少することに関する。

【0002】

(優先権主張)

本出願の原出願は、米国暫定出願第 60 / 482010 号 (2003 年 6 月 25 日に
出願された) の利点、および米国暫定出願第 60 / 495091 号 (2003 年 8 月 15 日
に出願された) の利点を主張している。したがって、両方の米国暫定出願の第 60 / 48
2010 号と第 60 / 495091 号の全体の内容が、参照として本明細書に組込まれる
。

【背景技術】

【0003】

燃料電池は、燃料に貯留される化学エネルギーを、有用な形態のエネルギー、たとえば、電気のようなエネルギーに変換する。特定の型式の燃料電池の一例は、電気を生成するために作動自在である陽子交換膜 (PEM) 燃料電池である。

【0004】

典型的な P E M 燃料電池は、アノード電極とカソード電極との間に配置される電解質膜を備える。水素燃料がアノード電極へ供給され、また酸化体がカソード電極へ加えられる。P E M 燃料電池内で、水素燃料と酸化体は、電気、熱および水を生じる一組の相補的な電気化学的反応における反応体として採用される。

【 0 0 0 5 】

幾つかの要因により、他の好ましくない反応が生じて、P E M 燃料電池の一部の構成部材が受ける磨耗と劣化の速度を増加する。たとえば、少量の水素燃料と P E M 燃料電池内に残存する酸化体は、これらの反応体の対応する供給源が締切られた後に、遮断と再始動のプロセス中に燃焼することが知られている。P E M 燃料電池内の燃焼により、電解質膜と電極上に付着される触媒層を含む種々の構成部材の劣化が生じる。種々の構成部材の累積劣化は、P E M 燃料電池の効率を大幅に減少し、および P E M 燃料電池の故障をもたらすことがある。

【 0 0 0 6 】

具体的には、水素と酸素の電気化学的消費と反対に燃焼が生じる。何故ならば、P E M 燃料電池モジュール内の条件が、P E M 燃料電池モジュールの通常作動（すなわち、「オン」状態）中に作動自在であるサポートシステムとして変化し始め、「オフ」状態へ切換へられるからである。内部条件が変化すると、一部の水素分子は、電解質膜のカソード側へ分散して、酸素の存在下で燃焼する。同様に一部の酸素分子は、その膜を通して分散して、その膜のアノード側上の水素燃料と反応する。その膜を通しての水素の分散は実際には、より一般的である（膜を通しての推進差圧が存在しないとき）。というのは、水素分子は、酸素分子よりも小さく、かくして、膜を通して一層容易に分散するからである。

【 0 0 0 7 】

生じることがある他の好ましくない反応は、P E M 燃料電池内の少なくとも 1 つの触媒層の電気化学的腐食である。このことは P E M 燃料電池の性能をさらに低下させる。

【 発明の開示 】

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

本発明の実施例の 1 つの態様によれば、少なくとも 1 個の燃料電池を含む燃料電池スタックであって、それぞれの燃料電池は、アノード電極、カソード電極および前記アノード電極と前記カソード電極との間に配置される電解質媒体を有し、通常の作動中に、前記アノード電極には、第 1 の反応体が供給され、また前記カソード電極には、第 2 の反応体と非反応性物を含有する第 1 の混合物が供給される燃料電池スタックと、前記アノード電極と前記カソード電極との間に接続可能な寄生負荷と、第 1 の反応体供給ポートと、前記第 1 の反応体を前記第 1 の反応体供給ポートから前記アノード電極へ供給するアノード入口ポートと、前記第 1 の反応体供給ポートと前記アノード入口ポートとの間に接続可能であって、前記アノード電極へ送出される前記第 1 の反応体の流れを調節する、流れ制御装置と、燃料電池モジュールの遮断プロセスに適切な前記第 1 の反応体の量を貯留する、前記第 1 の反応体供給ポートと前記流れ制御装置との間に、前記流れ制御装置と直列に接続可能な反応体貯留部であって、それにより、使用中に燃料電池モジュールが遮断されると、前記第 1 の反応体の貯留された量が、反応体貯留部から引出され、前記燃料電池モジュールの遮断時に前記燃料電池スタックに残存する前記第 1 の反応体の量とともに、少なくとも前記燃料電池モジュールの遮断時に前記燃料電池モジュール内に残存する前記第 2 の反応体の量と電気化学的に反応して、前記第 1 の反応体の貯留された前記量と、前記燃料電池スタックに残存する前記第 1 の反応体の前記量と、少なくとも前記第 2 の反応体の前記燃料電池モジュール内に残存する前記量と、を電気化学的に消費し、それにより、実質的に前記非反応性物から成る第 2 の混合物を残す、反応体貯留部と、を備える燃料電池モジュールが提供される。

【 0 0 0 9 】

一部の実施例において、遮断プロセス中に、上述の反応体貯留部に貯留される上述の第 1 の反応体の近理論量が、他の好ましくない反応体の生成を防ぐために、上述の燃料電池

10

20

30

40

50

モジュールに残存する上述の第2の反応体の量を電気化学的に消費するように、かつ上述の第1と第2の反応体の残存量が電気化学的に消費されるにつれて、上述の燃料電池モジュール内に対応する圧力低下を生じさせるように、上述の反応体貯留部はサイズが決められる。

【0010】

一部の実施例において、遮断プロセス中に、上述の反応体貯留部に貯留される上述の第1の反応体の近理論量が、他の好ましくない反応の生成を防ぐために、上述の燃料電池モジュールに残存する上述の第2の反応体の全量を電気化学的に消費するに足る未満であるように、上述の反応体貯留部はサイズが決められ、および遮断プロセス中に、上述の第2の反応体の残存量の殆ど全てが、遮断プロセス中に上述の反応体貯留部へ加えられる上述の第1の反応体の追加量により電気化学的に消費されるように上述の反応体貯留部は再補給可能である。

10

【0011】

本発明の他の実施例の態様によれば、第1の電極、第2の電極および前記第1と第2の電極間に配置される電解質媒体を有する燃料電池であって、通常の作動中に、前記第1の電極には、第1の反応体が供給され、また前記第2の電極には、第2の反応体と非反応性物を含有する第1の混合物が供給される燃料電池と、前記第1と第2の電極間に接続自在である寄生負荷と、第1の反応体供給ポートと、前記第1の反応体を前記第1の反応体供給ポートから前記第1の電極へ供給する入口ポートと、前記第1の反応体供給ポートと前記入口ポートとの間に接続自在であって、前記第1の電極へ送出される前記第1の反応体の流れを調節する、流れ制御装置と、および燃料電池モジュールの遮断プロセスに適切な前記第1の反応体の量を貯留する、前記第1の反応体供給ポートと前記流れ制御装置との間に、前記流れ制御装置と直列に接続自在な反応体貯留部であって、それにより、使用中に燃料電池モジュールが遮断されると、前記第1の反応体の貯留された量が、反応体貯留部から引出され、前記燃料電池モジュールの遮断時に前記燃料電池スタックに残存する前記第1の反応体の量とともに、少なくとも前記燃料電池モジュールの遮断時に前記燃料電池モジュール内に残存する前記第2の反応体の量と電気化学的に反応して、前記第1の反応体の貯留された前記量と、前記燃料電池スタックに残存する前記第1の反応体の前記量と、少なくとも前記第2の反応体の前記燃料電池モジュール内に残存する前記量と、を電気化学的に消費し、それにより、前記非反応性物からほぼ成る第2の混合物を残す、反応体貯留部と、を備える燃料電池モジュールが提供される。

20

30

【0012】

本発明の他の実施例の態様によれば、燃料電池を遮断するプロセスであり、前記燃料電池は、第1の電極、第2の電極および前記第1と第2の電極間に配置される電解質媒体を有し、そこにおいて、通常の作動中に、前記第1の電極には、第1の反応体が、第1の反応体供給ポートを介して、当該第1の反応体供給ポートと前記第1の電極との間に接続可能である流れ制御装置により流れ制御されつつ供給され、前記第2の電極には、第2の反応体と非反応性物を含有する第1の混合物が供給され、前記第1の反応体供給ポートと前記流れ制御装置との間に、前記流れ制御装置と直列に接続可能である反応体貯留部に、燃料電池モジュールの遮断プロセスに適切な第1の反応体の量が前記流れ制御装置の制御により貯留されるプロセスであって、前記第1の電極への前記第1の反応体の流入を阻止するステップと、バランスオブプラントの構成要素を支援する電力を遮断するステップと、前記第1と第2の電極間に接続自在な寄生負荷を通して電流を引出すステップと、少なくとも前記燃料電池モジュールの遮断時の前記燃料電池モジュール内の第2の反応体の残存量を電気化学的に消費するために、第1の反応体の事前に貯留される近理論量を生成するステップと、および前記第2の電極の前記第1の混合物の量を遅延して流入させるステップと、前記流れ制御装置の制御により、前記第1の反応体の前記近理論量が前記反応体貯留部から引き出されるステップと、を含むプロセスにおいて、前記第1の反応体の前記近理論量が、前記燃料電池モジュールの遮断時に前記燃料電池スタックに残存する前記第1の反応体の量とともに、少なくとも前記燃料電池モジュールの遮断時の前記燃料電池モジ

40

50

ジュール内の前記第2の反応体の前記残存量と反応し、それにより、前記非反応性物からほぼ成る第2の混合物を残す、プロセスが提供される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明の他の態様と特徴は、本発明の特定の実施例の下記の説明を検討すれば、当該技術に通常の技能を有する者にとり明らかになる。

【0014】

本発明を一層良く理解するために、かつ本発明をどのようにして実施するかを一層明確に示すために、ここに一例として、本発明の実施例の態様を図示する添付図面を参照する。

10

【0015】

燃料電池モジュールが、典型的には、燃料電池スタックを形成するために直列に接続される幾つかの燃料電池から成る。燃料電池モジュールは、燃料電池モジュールの機能と作動に対応するために採用される、付帯する構造的構成要素と、機械的システムと、ハードウェアと、ファームウェアと、およびソフトウェアとの適切な組合せも備える。そのような項目には、限定することなく、配管、センサ、調節器、集電装置、シールおよび絶縁体が含まれる。

【0016】

図1を参照すると、以下で燃料電池モジュール100と単に表示される、陽子交換膜(P E M)の単純化された概略線図が示され、その線図は、燃料電池モジュールの作動に関する幾つかの一般的検討事項を図示するために、ここにおいて説明される。本発明は、それぞれのモジュールが1個以上の燃料電池を有する燃料電池モジュールの種々の構成形態に適用できることが分かる。

20

【0017】

幾つかの種々の燃料電池技術手段があり、また一般に、本発明は、全ての型式の燃料電池に適用できるものと期待される。本発明のかなり具体的な実施例が、陽子交換膜(P E M)燃料電池に使用するために案出されてきた。他の型式の燃料電池には、限定することなく、アルカリ型燃料電池(A F C)、直接メタノール燃料電池(D M F C)、熔融炭酸塩燃料電池(M C F C)、磷酸電解液燃料電池(P A F C)、固体酸化物燃料電池(S O F C)、および再生燃料電池(R F C)が含まれる。

30

【0018】

本発明の幾つかの実施例の態様は、燃料として水素および酸化体用源として空気を採用するP E M燃料電池モジュールに関して、ここで説明される。当該技術に有能な者は、空気は、約80%の窒素(N_2)と20%の酸素(O_2)から成り、かくして酸化体の適切な源であることを理解するであろう。さらに、これらのパーセントは、大気中の他の気体(たとえば、 CO_2 、CO、 SO_2 およびP b Sなど)の存在を無視して概算されてきた。

【0019】

燃料電池モジュール100は、アノード電極21およびカソード電極41を備える。アノード電極21は、気体入口ポート22および気体出口ポート24を有する。同様にカソード電極41は、気体入口ポート42および気体出口ポート44を有する。電解質膜30が、アノード電極21とカソード電極41との間に配置される。

40

【0020】

燃料電池モジュール100は、アノード電極21と電解質膜30との間の第1の触媒層23、およびカソード電極41と電解質膜30との間の第2の触媒層43も備える。一部の実施例において、第1と第2の触媒層23、43は、アノードとカソードの電極21、41上にそれぞれ付着される。

【0021】

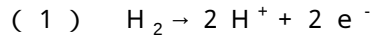
負荷115が、アノード電極21とカソード電極41との間に連結される。

【0022】

作動の際に、水素燃料が、幾つかの所定の条件下で、気体入口ポート22を経てアノ

50

ド電極 2 1 に導入される。それらの所定の条件の例には、限定されることなく、流量、温度、圧力、相対湿度および水素と他の気体との混合物のような要因が含まれる。水素は、電解質膜 3 0 と第 1 の触媒層 2 3 の存在下で、以下に示される反応 (1) に従って電気化学的に反応する。



反応 (1) の化学的生成物は、水素イオン (すなわち、陽イオン) と電子である。水素イオンは、電解質膜 3 0 を通してカソード電極 4 1 まで通る一方、電子は、負荷 1 1 5 を通して引出される。余分の水素 (時には、他の気体および / または流体との組合せの) は、気体出口ポート 2 4 を通して引出される。

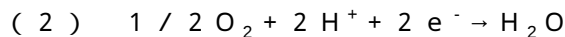
【 0 0 2 3 】

10

同時に、空気中の酸素のような酸化体が、幾つかの所定の条件下で、気体入口ポート 4 2 を経てカソード電極 4 1 に導入される。それらの所定の条件の例には、限定されることなく、流量、温度、圧力、相対湿度および水素と他の気体との混合物のような要因が含まれる。未反応酸化体を含む余分の気体および生成された水は、気体出口ポート 4 4 を通してカソード電極 4 1 から引出される。

【 0 0 2 4 】

酸化体は、電解質膜 3 0 と第 2 の触媒層 4 3 の存在下で、以下に示される反応 (2) に従って電気化学的に反応する。



反応 (2) の化学的生成物は水である。アノード電極 2 1 において反応 (1) により生成された、電子とイオン化された水素原子は、カソード電極 4 1 において反応 (2) により電気化学的に消費される。この電気化学的反応 (1) と (2) は、互いに相補的であり、また電気化学的に消費されるそれぞれの酸素分子 (O_2) について、2 個の水素分子 (H_2) が電気化学的に消費されることを示す。

20

【 0 0 2 5 】

電気化学的反応 (1) と (2) を推進するために、燃料電池モジュール (たとえば、図 1 に図示される燃料電池モジュール 1 0 0) に、水素燃料と酸化体を連続的に供給することは、無駄であり、および、たとえば、変動する負荷または間歇的な負荷があるような多くの場合に不必要である。しかしながら、幾つかの例において、燃料電池モジュールを遮断すると、燃料電池モジュールの幾つかの構成部材を劣化する 1 つ以上の好ましくない反応が生じる。かくして、燃料電池モジュールの幾つかの構成部材を過大に劣化させることなく、燃料電池モジュールを確実に作動停止 (すなわち遮断) し、かつ再始動できることが望ましい。本発明の幾つかの実施例において、遮断と再始動の期間中に燃料電池モジュールの構成部材が受ける磨耗と劣化の速度を減少する燃料電池モジュールの変更態様が提供される。幾つかの実施例において、その変更態様はさらに、磨耗と劣化の速度を受動的に減少するようになっているのに対して、他の実施例において、能動的な機構が、磨耗と劣化の速度の受動的減少に役立つように採用される。特に、本発明の幾つかの実施例において、磨耗と劣化の速度は、遮断プロセス中に、残存反応体の電気化学的消費を増加しながら、これらの反応体の燃焼量を減少することにより、減少される。

30

【 0 0 2 6 】

40

図 2 を参照すると、本発明の実施例の態様に従って配置される燃料電池モジュール 3 0 0 を図示する概略線図が示される。当該技術に有能な者は、燃料電池モジュールが、「バランスオブプラント」と通常呼ばれる支援構成部材の適切な組合せを含むこと、および燃料電池モジュール 3 0 0 が図示されて、本発明のこの実施例の態様を説明するのに必要な構成部材だけを示していることを理解するであろう。

【 0 0 2 7 】

燃料電池モジュール 3 0 0 は、1 個以上の P E M 燃料電池から成る燃料電池スタック 2 0 0 を備える。それぞれの P E M 燃料電池 (図示されない) は、図 1 に概略図示されるように、アノード電極とカソード電極との間に配置される電解質膜を備える。燃料電池スタック 2 0 0 は、カソード入口ポート 2 0 2、カソード出口ポート 2 0 3、アノード入口ポ

50

ート 204、およびアノード出口ポート 205 を有する。カソードの入口と出口のポート 202、203 は、燃料電池スタック 200 に含まれる対応するカソード電極のそれぞれに流体的に接続される。同様に、アノードの入口と出口のポート 204、205 は、燃料電池スタック 200 に含まれる対応するアノード電極のそれぞれに流体的に接続される。

【0028】

燃料電池スタック 200 は、電気結線 18a、18b も備え、その結線を通して負荷（たとえば、電動機）が接続自在である。比較的小さい寄生負荷 17 が、燃料電池スタック 200 の電気結線 18a、18b を通して任意選択的に接続される。この小さい寄生負荷 17 は、以下でさらに詳細に説明される、遮断プロセス中の電圧応答を限定するのに役立つ。

10

【0029】

寄生負荷 17 の値は、燃料電池モジュール 300 により電力が供給される実際の負荷（たとえば、電動機）と比べて比較的小さいように好ましくは選択されるので、通常の作動中に寄生負荷 17 により消費される電力量が、実際の負荷を通して消費される電力量と比べて比較的小さい。非常に具体的な例において、寄生負荷 17 は、通常の作動中に、実際の負荷により消費される電力量の 0.03% 未満を消費するように選択される。

【0030】

幾つかの実施例において、図 2 に示されるように、小さい寄生負荷 17 は、電気結線 18a、18b を通して恒久的に接続され、かくして、電力は、通常の作動中に小さい寄生負荷 17 により消費される。他の実施例において、小さい寄生負荷 17 は、燃料電池モジュール 300 が遮断される直前または直後に燃料電池スタック 200 の電気結線 18a、18b を通して連結されるように、かつ通常の作動中に燃料電池スタック 200 から切離されるように、配置される。

20

【0031】

幾つかの他の別の実施例において、寄生負荷 17 は、燃料電池スタック 200 内の内部インピーダンスから成る。特に、幾つかの実施例において、燃料電池スタック 200 に含まれる膜（複数の膜）は、十分な内部抵抗を形成して、燃料電池スタック 200 の電圧応答を限定するために、遮断プロセス中の適切な寄生抵抗として機能する。

【0032】

燃料電池モジュール 300 には、入力弁 10 と 12 が設けられ、それらの弁は、カソード入口ポート 202 とアノード入口ポート 204 それぞれへの反応体気体の流入を遮断するように制御自在である。同様に、出力弁 11 と 13 が設けられて、カソード出口ポート 203 とアノード出口ポート 205 それぞれからの排出気体の流出を制御自在に遮断する。

30

【0033】

入力弁 10 は、カソード入口ポート 202 と送風機 60 との間に直列に接続される。送風機 60 は、弁 10 が開放しているときに空気をカソード入口ポート 202 に流入させるのに適切な任意の装置（たとえば、動力付きファンおよび圧縮機など）である。任意選択的には、送風機 60 は、電力が送風機 60 から遮断されるときに、カソード入口ポート 202 中への空気の流れを受動的に防ぐが、必ずしも阻止しないようにも機能する。これは、図 3、4 および 6 を参照して以下にさらに詳細に説明される。

40

【0034】

入力弁 12 は、燃料供給ポート 107 とアノード入口ポート 204 との間に直列に接続される。燃料供給ポート 107 は、水素燃料供給容器（図示されない）または何らかの他の水素燃料送出システム（図示されない）へさらに接続自在である。燃料貯留部 19 と流れ制御装置 14 がそれぞれ、入力弁 12 とアノード入口ポート 204 との間に直列に接続される。

【0035】

出力弁 11 は、カソード出口ポート 203 と第 1 の排出ポート 108 との間に直列に接続される。同様に、出力弁 13 は、アノード出口ポート 205 と第 2 の排出ポート 109

50

との間に直列に接続される。排出ポート１０８と１０９それぞれは、たとえば、燃料電池モジュール３００から排出気体または液体を再循環させる電解槽を含む排出システムのような他の装置へ任意選択的に接続自在である。

【００３６】

逆止弁１５が、入力弁１０と並列であるように、周囲環境（図示されない）への空気供給ポート１０６とカソード入口ポート２０２との間に接続される。幾つかの実施例において、逆止弁１５は、カソード入口ポート２０２における圧力が周囲環境の空気圧よりも、クラッキング圧力として知られる事前設定の量だけ低下するときに開放する感圧型機構である。幾つかの実施例において、クラッキング圧力は、具体的には、周囲環境の空気圧とカソード入口ポート２０２の内部圧力との間の所定の圧力差に対応するように設定される。関連する実施例において、所定の圧力差は、燃料電池スタック２００におけるカソード電極内の気体混合物の合計量に対応し、および特に、たとえば、空気からの窒素のような他の気体に関してカソード電極内の酸素の量に対応する。これは、図３を参照して以下にさらに詳細に説明される。

10

【００３７】

水素貯留部１９は、図３を参照して以下にさらに詳細に説明される、燃料電池モジュール３００の遮断プロセス中に採用される水素の一定の量を貯留するために設けられる。幾つかの実施例において、水素貯留部１９は、弁１０、１１、１２および１３が閉止され、かつ送風機６０から送られた空気の流入が終了するときに、燃料電池モジュール３００に残存する酸素をほぼ電気化学的に消費するのに足る水素燃料を貯留するように適切にサイズが決められる容器である。他の実施例において、水素貯留部１９は、同一の目的のために十分な水素を貯留する所定の長さのホースまたはチューブ（多分、蛇管式）から成る。代わりに、他の実施例において、水素貯留部１９は、必要なものよりも小さいが、水素貯留部１９における水素燃料の量は、十分な水素燃料が、残存酸素をほぼ電気化学的に消費するのに供給されるように、遮断プロセス中に必要に応じて補給される。さらに、当該技術に有能な者は、遮断後に燃料電池スタックに残存する水素（または対象となる反応体）の量を、水素（反応体）貯留部のサイズを決めるときに考慮することになるのを理解するであろう。

20

【００３８】

流れ制御弁１４は、たとえば、アノード入口ポート２０４へ送出される水素燃料の圧力を設定することにより、アノード入口ポート２０４へ送出される水素燃料の供給を調節するために設けられる。幾つかの実施例において、流れ制御弁１４は、具体的には、押圧バネと組合せて空気圧を使用してドーム押圧される順圧式調節器である。順圧式調節器は、カソード入口ポート２０２の圧力に関してアノード入口ポート２０４の圧力を少しの量だけ設定する。１つの非常に具体的な例において、アノード入口ポート２０４の圧力は、カソード入口ポート２０２の圧力よりも所定の一定量だけ高いように調節される。幾つかの実施例において、流れ制御装置は、作動のために電力供給を必要とするのに対して、他の実施例において、流れ制御装置は、たとえば、受動的順圧式調節器のような受動的構成要素である。

30

【００３９】

燃料電池モジュール３００は、アノード出口ポート２０５をアノード入口ポート２０４へ接続する水素再循環ポンプ１６を任意選択的に備える。燃料電池モジュール３００の通常の作動中に、水素再循環ポンプ１６は、アノード出口ポート２０５を通してアノード入口ポート２０４へ戻る未使用水素の一部を再循環させるように作動自在である。

40

【００４０】

弁１０、１１、１２および１３に使用可能である弁の型式には、限定されることなく、常時閉弁、常時開弁および鎖錠弁が含まれる。当該技術に有能な者は、他の型式の弁を適切に使用できることを理解するであろう。

【００４１】

幾つかの実施例において、弁１０、１１、１２および１３の一部は、常時閉弁である。

50

常時閉弁は、制御信号（または何らかの起電力）が特定の弁へ連続的に送られるときにだけ開放され、かくして気体（または液体）が自由に流される。すなわち、電力が特定の常時閉弁へ供給されないときに、その弁は閉じたままであるので、その弁を通しての気体（または液体）の自由な流れが妨げられる。

【 0 0 4 2 】

幾つかの実施例において、弁 1 0、1 1、1 2 および 1 3 の一部は、常時開弁である。常時開弁は、制御信号（または何らかの起電力）が特定の弁へ連続的に送られるときにだけ閉止され、かくして気体（または液体）の自由な流れを阻止する。すなわち、電力が特定の常時開弁へ供給されないときに、その弁は開いたままであるので、その弁を通して気体（または液体）が自由に流れることができる。

10

【 0 0 4 3 】

幾つかの実施例において、弁 1 0、1 1、1 2 および 1 3 の一部は、鎖錠弁である。鎖錠弁は、「開放」位置と「閉止」位置との間で切替えるために制御信号パルスが必要とする。制御信号パルス（または他の起電力）が存在しないときに、鎖錠弁は、切替えられることなく、そのままに位置に留まる。

【 0 0 4 4 】

燃料電池モジュール 3 0 0 の通常の（すなわち、エネルギー生成状態、または「オン」状態の）作動中に、弁 1 0、1 1、1 2 および 1 3 は開放されて、対応するポート 2 0 2、2 0 3、2 0 4 および 2 0 5 へ、および / またはそれらのポートから気体（または液体）が自由に流れることができる。さらに、電力が送風機 6 0 へ供給されて、流れ制御装置 1 4 と水素再循環ポンプ 1 6 は、燃料電池スタック 2 0 0 への反応体気体の流入を調節する。当該技術に有能な者は、他の支援構成要素には、それに応じて電力が供給されること、および燃料電池モジュール 3 0 0 により生成されたエネルギーが、電気結線 1 8 a、1 8 b から連結されることを理解するであろう。

20

【 0 0 4 5 】

燃料電池スタック 2 0 0 内のカソード電極用の酸化体は、約 2 0 % の酸素から成る空気から得られる。送風機 6 0 は、開放された入口弁 1 0 を経てカソード入口ポート 2 0 2 に空気を流入させる。カソード電極に一旦入ると、空気からの酸素の一部分が、上述された電気化学的反応（ 2 ）において使用される。

【 0 0 4 6 】

30

水素燃料は、燃料供給ポート 1 0 7 から、水素貯留部 1 9 と流れ制御装置 1 4 を経てアノード入口ポート 2 0 4 に流入する。水素再循環ポンプ 1 6 は、アノード出口ポート 2 0 5 からアノード入口ポート 2 0 4 へ戻る未使用水素の一部分を再循環させるように作動するので、アノード入口ポート 2 0 4 へ送出される水素燃料供給に寄与もする。アノード電極に一旦入ると、水素の一部分が、上述された電気化学的反応（ 1 ）において使用される。

【 0 0 4 7 】

カソード出口ポート 2 0 3 とアノード出口ポート 2 0 5 からの余分の排出気体と液体は、対応する出口弁 1 1 と 1 3 を通して流れ、排出ポート 1 0 8 と 1 0 9 それぞれを通して燃料電池モジュール 3 0 0 から流出する。

40

【 0 0 4 8 】

逆止弁 1 5 は、カソード入口ポート 2 0 3 内の圧力が周囲環境の空気圧力に等しいか、またはそれよりも大きいので、通常の作動中は閉じたままである。

【 0 0 4 9 】

従来の燃料電池モジュールが遮断されるとき、燃料電池スタック内の条件が変化する。それらの条件は、燃料電池スタックの作動を支援および調節する構成要素が、それらの対応する遮断状態へ切替わるので、変化する。たとえば、入力と出力の弁が閉じられ、それにより、供給される流入流と排出される流出流が遮断される。さらに、流れ制御装置のような構成要素が遮断状態に切替わるときに、たとえば、アノード電極内の圧力のような内部条件が変化する。燃料電池スタックの内部条件が変化するときに、燃料電池スタックと

50

供給ライン（燃料電池スタックと閉止された弁との間の）に残存する水素と酸素は、上述された電気化学的反応（１）と（２）において消費されることが多い。

【００５０】

図２に図示される燃料電池モジュール３００は、従来の燃料電池モジュールではない。というのは、燃料電池モジュール３００の構成部材は、遮断プロセス中に、燃料電池スタック２００内の水素と酸素の全体の燃焼量を受動的に減少するように構成されるからである。これは、従来の燃料電池モジュールにおいて遮断プロセス中に通常生じるであろうものに関して、燃料電池モジュール３００内に残存する水素と酸素の電気化学的消費の増加を受動的に引き起こすことにより達成される。

10

【００５１】

特に、水素貯留部１９は、入力弁１２が閉じられた後に燃料電池スタック２００用の十分な量の追加水素燃料の供給源として機能する。つまり、水素貯留部１９から引出された追加水素燃料は、燃料電池モジュール３００の他の部材と組合せて、燃料電池スタック２００内に残存する酸素の電気化学的消費を引き起こす。また、酸素の供給源は空気（その約８０％が窒素である）であるので、燃料電池スタック２００内の電極は、受動的にブランケット化される。高濃度の窒素は、燃料電池スタック２００内に生じる燃焼の量を減少する。受動的ガスシール化プロセスは、燃料電池モジュール３００内の圧力、具体的には燃料電池スタック２００内の圧力の変化の関数である。遮断プロセス中に生じるブランケット化プロセスは、図３を参照して、かつ引続いて図２を参照して以下に詳細に説明される。

20

【００５２】

図３は、遮断期間の順次段階中における、図２に示される燃料電池スタック２００のカソード電極に存在する気体の混合物の近似で単純化した分解を図示するチャートを示す。図３は、ほぼ連続の流体プロセスを容易に見えるようにするためにだけ提供され、また下記のセクションに請求される本発明の範囲を、決して限定しようとするものではない。

【００５３】

燃料電池モジュール３００が遮断されるとき、燃料電池スタック２００が、電気化学的反応（１）と（２）の継続に必要な反応体気体を実質的に不足するように、流入する反応体気体（水素燃料と空気中に保持される酸素）は遮断される。このようになるために、弁１０、１１、１２および１３が閉じられ、かつ送風機６０、流れ制御装置１４および水素再循環ポンプ１６へ供給される電力が遮断される。燃料電池モジュール３００が遮断されるときに、出力弁１１と１３を閉じると、対応する出口２０３と２０５を経てカソード電極とアノード電極それぞれに漏入する気体の量が減少する。

30

【００５４】

寄生負荷１７の役割は、それが恒久的に接続されるか、またはされないかには関係なく、燃料電池モジュール３００が遮断され、および／または実際の負荷から切離されるとき、燃料電池スタック２００の電圧（すなわちスタック電圧）を限定することにある。寄生負荷１７は、恒久的に接続されない場合、遮断プロセスが開始される直前または直後に、電気結線１８ａと１８ｂとの間に連結される。燃料電池スタック２００の出力電圧が非常に高いレベルに達するのを防止することは、高いスタック電圧により生じることがある電気化学的腐食機構を抑制する役目がある。寄生負荷１７の存在は、遮断プロセスが開始されるときに、燃料電池モジュール３００に残存する水素と酸素の電気化学的消費をさらに減少する。

40

【００５５】

具体的には、寄生負荷１７は、燃料電池スタック２００から送出される電流と電圧用の経路を形成することにより、残存する反応体気体の電気化学的消費を受動的に引き起こす。アノード電極とカソード電極の一方または両方の上の反応体気体の濃度が減少するにつれて、燃料電池スタック２００の構成燃料電池の電気化学的電位（電圧として測定した）は、減少する。寄生負荷１７が単純な抵抗器の場合、燃料電気電圧が減少するにつれて、そ

50

の抵抗器を通して流れる対応する電流も減少する。燃料電池電圧電位の緩やかな減少と、結果として生じる静止抵抗器からの電流消費の減少との間のこの連結により、反応体気体の十分な供給無しに大きい電流の引出しが生じている場合のように、燃料電池スタック内で燃料電池が無効になる危険無しに、燃料電池電圧は緩やかに減少する。

【 0 0 5 6 】

ここで図 3 の 3 - 1 を参照すると、遮断プロセスの直後に、空気（地上の）の組成にほぼ対応する気体の混合物を含む燃料電池スタック 2 0 0 内のカソード電極が始動される。すなわち、燃料電池スタック 2 0 0 内のそれぞれのカソード電極は、約 8 0 % の窒素と 2 0 % の酸素から成る（微量の他の気体を無視すると）気体の混合物を含む。それぞれのカソード電極内の圧力は、周囲空気の気圧とほぼ同一である（たとえば、約 1 a t m ）。

10

【 0 0 5 7 】

燃料電池スタック内の条件が変化するにつれて（上述の理由のために）、燃料電池スタック 2 0 0 のカソード電極内の酸素は、電気化学的反応（ 1 ）と（ 2 ）に従って主に電気化学的に消費される。電気化学的反応（ 1 ）と（ 2 ）を維持するのに使用される必要な水素燃料は、水素貯留部 1 9 から供給される。酸素が消費されるにつれて、カソード電極内の気体混合物の容積は大幅に低下するので、カソード電極の内部圧力が対応して低下する。図 3 の 3 - 2 には、酸素がほぼ消費された後の、カソード電極内の気体の混合物の分解の例が図示される。窒素は、カソード電極内に存在する気体の約 9 8 % を構成し、またカソード電極内の圧力は、約 0 . 8 a t m である。

【 0 0 5 8 】

20

続けて図 2 を参照すると、燃料電池スタック 2 0 0 のカソード電極の内部圧力が、周囲環境の気圧未満に低下するので、逆止弁 1 5 が開き、クラッキング圧力を越えたもと推定される。追加空気が、空気供給ポート 1 0 6 と開放された逆止弁 1 5 を経て燃料電池モジュール 3 0 0 に流入して、カソード電極内に気体の新しい混合物を導く。逆止弁 1 5 は、カソード電極内の圧力が、逆止弁 1 5 を閉じるに足るレベル（使用される逆止弁 1 5 の許容範囲を考慮して）まで上昇するときに閉じ、これは、十分な量の空気がカソード電極に流入した後に生じる。従来の逆止弁が使用される場合、カソード電極内の圧力が、圧力損失が逆止弁クラッキング圧力未満になる程に一旦上昇したならば、バネが逆止弁を強制的に閉じる。

【 0 0 5 9 】

30

カソード電極内の圧力が、周囲環境の圧力とほぼ同等になるまで、逆止弁が開放されたままであると仮定すると、気体の新しい混合物の分解は、図 3 の 3 - 3 に図示されるようになる。気体の新しい混合物は、 3 - 1 で図示された当初の混合物からの 8 0 % の窒素、および 2 0 % の新たに加えられた空気から構成される。空気が約 8 0 % の窒素であることを考慮すると、 3 - 3 に示される気体の新しい混合物の同等な分解は、図 3 の 3 - 4 に図示されるようになる。カソード電極内に存在する窒素の合計量は、約 9 6 % であり、またその圧力は、周囲環境の空気圧（たとえば、 1 a t m ）とほぼ同一である。このプロセスは繰返され、カソード電極内に存在する酸素（カソード電極容積の約 4 % である）が、水素貯留部 1 9 から供給される水素と共に電気化学的に消費される。ついで、酸素消費によりカソード電極内に生成された空隙には、周囲環境からの空気（同じく 8 0 % の窒素および 2 0 % の酸素より成る）が充填されるであろう。その結果、燃料電池スタック 2 0 0 のカソード電極は、このほぼ連続のプロセスにより、主として窒素気体でプランケット化される。

40

【 0 0 6 0 】

さらに、図 2 に図示される燃料電池モジュール 3 0 0 の配置は、燃料電池スタック 2 0 0 内のアノード電極の受動的窒素プランケット化も引き起こす。水素貯留部 1 9 からの水素燃料が消費されるにつれて、アノード電極内に存在する気体混合物の容積は低下し、それにより引続いて、アノード電極内に対応する圧力低下が生じる。アノード電極内の圧力低下は、燃料電池スタック 2 0 0 内のそれぞれの膜のカソードからアノード側への対応する膜間に形成される圧力勾配を引き起こす。この圧力勾配は、対応するカソード電極からアノ

50

ード電極へ膜間で窒素を受動的に引出すことになる。

【 0 0 6 1 】

当該技術に有能な者は、カソード電極とアノード電極のブランケット化が、連続的にかつ流動的な仕方で同時に生じ、かくして、このプロセスを個別のステップで図示するのは難しいことを理解するであろう。かくして、上述の説明は、本発明の範囲を、個別の操作またはプロセスの特定のシーケンスへ限定しようとするものではない。

【 0 0 6 2 】

ここで説明された本発明の一部の実施例の態様によれば、大気圧力の窒素でアノードとカソードの電極の有効なブランケット化を達成するために、酸素が殆ど完全に消費された後に残存する高濃度の窒素を残すために、追加空気を十分に利用することが必要であることが分かる。ついでこれは、酸素の電気化学的消費を容易にするために、近理論量の水素を燃料電池スタックのアノード電極へ供給することを必要とする。より一般的には、燃料電池へ供給される少なくとも1つの反応体には、反応体が互いに殆ど完全に電気化学的に消費された後に、燃料電池内に残存する非反応性物が供給されなければならない。

【 0 0 6 3 】

図4を参照すると、本発明の他の実施例の態様に従う燃料電池モジュール302を図示する概略線図が示される。当該技術に有能な者は、燃料電池モジュールには支援構成部材の適切な組合せが含まれること、および本発明の1つの実施例の態様を説明するのに必要な構成部材だけを示す燃料電池モジュール302が図示されことを理解するであろう。

【 0 0 6 4 】

図4に図示される燃料電池モジュール302は、図2に図示される燃料電池モジュール300と同様である。それに応じて、両方の燃料電池モジュール300と302に共通の構成部材は、共通の参照表示を共有する。2つの燃料電池モジュール300と302との間の相違は、燃料電池モジュール302が、入力弁10、出力弁11、逆止弁15および空気供給ポート106を備えないことである。

【 0 0 6 5 】

図4に図示される送風機60は、カソード入口ポート202との間に配置される弁（たとえば、入力弁10）無しにカソード入口ポート202へ連結される。送風機60は、カソード入口ポート202中に空気を送入するように機能する任意の装置（たとえば、電動ファン、および圧縮機など）である。また送風機60は、電力が送風機60から遮断されるときに、カソード入口ポート202中への空気の自由な流入を受動的に抑えるが、必ずしも阻止しないように機能する。

【 0 0 6 6 】

通常の作動中に、燃料電池モジュール302は、上述の燃料電池モジュール300とほぼ同一の仕方で作動する。

【 0 0 6 7 】

遮断プロセス中に、燃料電池モジュール302の作動は、燃料電池モジュール300の作動と同様であるが、上述のように、カソード入口ポート202中への空気の自由な流入を妨げ、および許容する逆止弁が設けられない。代わりに、カソード入口ポート202中への空気の流入は、燃料電池スタック200のカソード電極に残存する酸素が（燃料電池モジュール300が遮断されるとき）、消費された酸素の失った容積を置換するために追加空気がカソード電極に流入する前にほぼ電気化学的に消費されるに足る程、送風機60を通して経路により徐々に減少される。すなわち、さらに図3を参照すると、カソード電極における気体の混合物の分解は、追加空気が、相対的圧力低下によりカソード電極中に受動的に引込まれる前に3-2で示される分解と同様である。追加空気が、燃料電池スタック200のカソード電極中に送風機60を通して一旦流入すると、カソード電極における気体の混合物の分解は、3-3（および同等に3-4）に示されるものと同様である。

【 0 0 6 8 】

言い換えれば、送風機60を通る空気流の部分的制約は、カソード電極上の電気化学的に消費された酸素の連続する急速な補給を防止し、それによりカソード電極上の主に窒素

10

20

30

40

50

が濃厚な気体組成の形成が防止されるであろう。かくして、カソード電極上の酸素濃度の緩やかな消耗は、測定可能な大きい真空がカソード電極に生成されないことを除いて、図 2 に関して上述された同様なプロセスに従う。むしろ酸素の電気化学的消耗は、カソード電極内の容積空隙と局部的に消耗された酸素濃度を生成し、それにより、追加空気が電極表面へ引出される（圧力と濃度差推進力との組合せを通して）。

【 0 0 6 9 】

さらに、カソード出口ポート 2 0 3 から第 1 の排出ポート 1 0 8 への経路を閉止する出力弁（たとえば、出力弁 1 1）が設けられないので、カソード出口ポート 2 0 3 と第 1 の排出ポート 1 0 8 を経てカソード電極に一部の空気が流入する。また図 2 に関して上述したように、燃料電池モジュール 3 0 2（図 4 の）内で水素が消費されるにつれて、アノード電極内の圧力が低下して、窒素が対応する膜間に引出される。

10

【 0 0 7 0 】

図 2 からの弁 1 0 と 1 1 がシステム 3 0 2 に含まれないので、空気は、カソード電極中に継続して分散することにも留意すべきである。時間と共に、これによりカソード電極内の気体組成が、周囲大気のものとはほぼ均等化する。ついで、これにより、アノード電極の気体組成の濃度が徐々に変化し、すなわち、長時間にわたり、両方のアノードとカソードの電極の気体組成が、周囲大気のものにほぼなると想定できる。そのような実施例において、上述の例に比較して、僅かに高い濃度の低下が予想される。

【 0 0 7 1 】

ここでもまた、当該技術に有能な者は、カソードとアノードの電極のガスシール化は、連続的にかつ流動的な仕方で同時に生じ、かくして、このプロセスを個別のステップで図示するのは難しいことを理解するであろう。かくして、上述の説明は、本発明の範囲を、個別の操作またはプロセスの特定のシーケンスへ限定しようとするものではない。

20

【 0 0 7 2 】

図 5 を参照すると、本発明の他の実施例の態様に従う燃料電池モジュール 3 0 4 を図示する概略線図が示される。当該技術に有能な者は、燃料電池モジュールには支援構成部材の適切な組合せが含まれること、および本発明の 1 つの実施例の態様を説明するのに必要な構成部材だけを示す燃料電池モジュール 3 0 4 が図示されことを理解するであろう。

【 0 0 7 3 】

図 5 に図示される燃料電池モジュール 3 0 4 は、図 2 に図示される燃料電池モジュール 3 0 0 と同様である。それに応じて、両方の燃料電池モジュール 3 0 0 と 3 0 4 に共通の構成部材は、共通の参照表示を共有する。2 つの燃料電池モジュール 3 0 0 と 3 0 4 との間の相違は、燃料電池モジュール 3 0 4 が、出力弁 1 1、逆止弁 1 5 および空気供給ポート 1 0 6 を備えないことである。

30

【 0 0 7 4 】

通常の作動中に、燃料電池モジュール 3 0 4 は、上述の燃料電池モジュール 3 0 0 とほぼ同一の仕方で作動する。

【 0 0 7 5 】

遮断プロセス中に、燃料電池モジュール 3 0 4 の作動は、燃料電池モジュール 3 0 2 の作動と同様である。ここでもまた、カソード入口ポート 2 0 2 中への空気の自由な流入を妨げ、および許容する逆止弁が設けられない。さらに、入力弁 1 0 は、送風機 6 0 とカソード入口ポート 2 0 2 との間に配置され、それにより、遮断プロセス中に、入力弁 1 0 が閉じられるので、追加空気が、送風機 6 0 を経て燃料電池スタック 2 0 0 のカソード電極に流入できない。代わりに、カソード電極中への空気の流れは、第 1 の排出ポート 1 0 8 を経てカソード出口ポート 2 0 3 から出る。そのような実施例において、逆方向の空気の流入は、燃料電池スタック 2 0 0 のカソード電極に残存する酸素が（燃料電池モジュール 3 0 0 が遮断されるととき）、消費された酸素の失った容積を置換するために追加空気がカソード電極に流入する前にほぼ電気化学的に消費されるに足る程、第 1 の排出ポート 1 0 8 を通して、その逆経路により徐々に減少されるように、第 1 の排出ポート 1 0 8 のサイズおよび/または形状を決めるのが望ましい。すなわち、さらに図 3 を参照すると、カソー

40

50

ド電極における気体の混合物の分解は、追加空気が、相対的圧力低下によりカソード電極中に受動的に引込まれる前に 3 - 2 で示される分解と同様である。追加空気が、燃料電池スタック 200 のカソード電極中に送風機 60 を通して一旦流入すると、カソード電極における気体の混合物の分解は、3 - 3 (および同等に 3 - 4) に示されるものと同様である。また図 2 に関して上述したように、水素が燃料電池モジュール 304 (図 5 の) 内で消費されるにつれて、アノード電極内の圧力が低下するので、窒素は、対応する膜間に引出される。

【0076】

ここでもまた、当該技術に有能な者は、カソードとアノードの電極のガスシール化は、連続的にかつ流動的な仕方で同時に生じ、かくして、このプロセスを個別のステップで図示するのは難しいことを理解するであろう。かくして、上述の説明は、本発明の範囲を、個別の操作またはプロセスの特定のシーケンスへ限定しようとするものではない。

10

【0077】

図 6 を参照すると、本発明の他の実施例の態様に従う燃料電池モジュール 306 を図示する概略線図が示される。当該技術に有能な者は、燃料電池モジュールには支援構成部材の適切な組合せが含まれること、および本発明の 1 つの実施例の態様を説明するのに必要な構成部材だけを示す燃料電池モジュール 306 が図示されことを理解するであろう。

【0078】

図 6 に図示される燃料電池モジュール 306 は、図 2 に図示される燃料電池モジュール 300 と同様である。それに応じて、両方の燃料電池モジュール 300 と 306 に共通の構成部材は、共通の参照表示を共有する。2 つの燃料電池モジュール 300 と 306 との間の相違は、燃料電池モジュール 306 が、入力弁 10、逆止弁 15 および空気供給ポート 106 を備えないことである。

20

【0079】

図 4 におけるように、図 6 に図示される送風機 60 は、カソード入口ポート 202 との間に配置される弁 (たとえば、入力弁 10) 無しにカソード入口ポート 202 へ連結される。送風機 60 は、カソード入口ポート 202 中に空気を送入するように機能する任意の装置 (たとえば、電動ファン、および圧縮機など) である。また送風機 60 は、電力が送風機 60 から遮断されるときに、カソード入口ポート 202 中への空気の自由な流入を受動的に抑えるが、必ずしも阻止しないように機能する。

30

【0080】

通常の作動中に、燃料電池モジュール 306 は、上述の燃料電池モジュール 300 とほぼ同一の仕方で作動する。

【0081】

遮断プロセス中に、燃料電池モジュール 306 の作動は、燃料電池モジュール 300 と 302 の作動と同様であるが、上述のように、カソード入口ポート 202 中への空気の自由な流入を妨げ、および許容する逆止弁が設けられない。代わりに、カソード入口ポート 202 中への空気の流入は、燃料電池スタック 200 のカソード電極に残存する酸素が (燃料電池モジュール 300 が遮断されるとき)、消費された酸素の失った容積を置換するために追加空気がカソード電極に流入する前にほぼ電気化学的に消費されるに足る程、送風機 60 を通して経路により徐々に減少される。すなわち、さらに図 3 を参照すると、カソード電極における気体の混合物の分解は、追加空気が、相対的圧力低下によりカソード電極中に受動的に引込まれる前に 3 - 2 で示される分解と同様である。追加空気が、燃料電池スタック 200 のカソード電極中に送風機 60 を通して一旦流入すると、カソード電極における気体の混合物の分解は、3 - 3 (および同等に 3 - 4) に示されるものと同様である。

40

【0082】

さらに、燃料電池モジュール 306 が出力弁 11 を備えるので、追加空気は、出力弁 11 が遮断プロセス中に閉じられるために、遮断プロセス中にカソード出口ポート 203 への流入が妨げられる。また図 2 に関して上述したように、燃料電池モジュール 306 (図

50

6の)内で水素が消費されるにつれて、アノード電極内の圧力が低下して、窒素が対応する膜間に引出される。

【0083】

ここでもまた、当該技術に有能な者は、カソードとアノードの電極のガスシール化は、連続的にかつ流動的な仕方で同時に生じ、かくして、このプロセスを個別のステップで図示するのは難しいことを理解するであろう。かくして、上述の説明は、本発明の範囲を、個別の操作またはプロセスの特定のシーケンスへ限定しようとするものではない。

【0084】

図2、4、5および6を参照すると、代案として、任意選択の第2の逆止弁(図示されない)を、アノード入口ポート204とカソード入口ポート202との間に連結できる。第2の逆止弁は、遮断プロセス中に、アノード電極(または複数の)内とカソード電極(または複数の)内との間に所定の圧力差がある場合に開放して、アノード電極(または複数の)からカソード電極(または複数の)への流れだけを許容するように構成され、および通常の作動中に、第2の逆止弁は、閉じたままになるように構成される。

10

【0085】

第2の逆止弁は、水素貯留部19からの十分な量の水素燃料が電気化学的に消費される場合に、カソード電極からの窒素をアノード電極へ確実に流し、それにより、上述のように対応する圧力低下を生じさせるために、使用される。これは、アノード電極(または複数の)をブランケット化する手段として、燃料電池スタック200内の対応する膜間に窒素を分散する必要量を補足および/または置換するためである。

20

【0086】

上述されたものは、本発明の原理の適用の単なる説明用のものである。当該技術に有能な者は、他の構成が、本発明の範囲から逸脱することなく実施可能であることを理解するであろう。したがって、付属請求項の範囲内で、本発明は、ここで具体的に述べたもの以外で実施できることが分かる。

【図面の簡単な説明】

【0087】

【図1】燃料電池モジュールの単純化された概略線図である。

【図2】本発明の1つの実施例の態様に従う燃料電池モジュールの第1の配置を図示する概略線図である。

30

【図3】遮断プロセスの順次段階中の図2に示される燃料電池モジュールのカソード電極に存在する気体の組成を図示するチャートである。

【図4】本発明の他の実施例の態様に従う燃料電池モジュールの第2の配置を図示する概略線図である。

【図5】本発明の他の実施例の態様に従う燃料電池モジュールの第3の配置を図示する概略線図である。

【図6】本発明の他の実施例の態様に従う燃料電池モジュールの第4の配置を図示する概略線図である。

【符号の説明】

【0088】

40

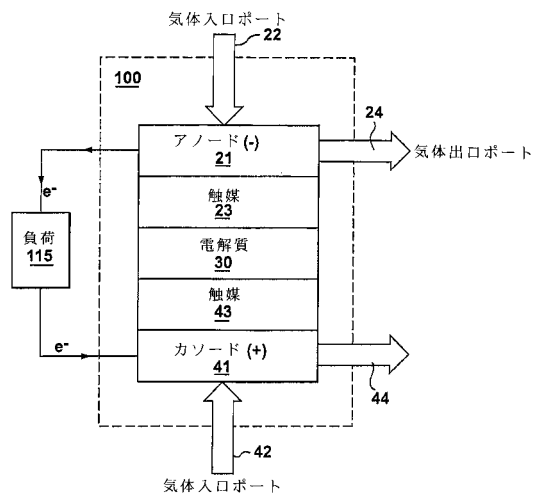
- 10 入力弁
- 11 出力弁
- 12 入力弁
- 13 出力弁
- 14 流れ制御弁
- 15 逆止弁
- 16 水素再循環ポンプ
- 17 寄生負荷
- 18 a 電気結線
- 18 b 電気結線

50

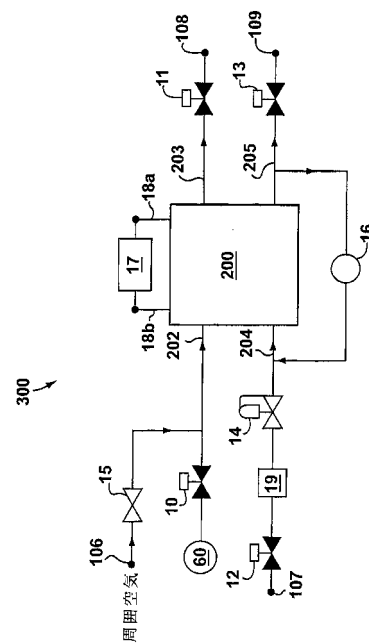
- 1 9 水素貯留部
- 6 0 送風機
- 1 0 6 空気供給ポート
- 1 0 7 燃料供給ポート
- 1 0 8 第 1 の排出ポート 1 0 8
- 1 0 9 第 2 の排出ポート
- 2 0 0 燃料電池スタック
- 2 0 2 カソード入口ポート
- 2 0 3 カソード出口ポート
- 2 0 4 アノード入口ポート
- 2 0 5 アノード出口ポート
- 3 0 0 燃料電池モジュール

10

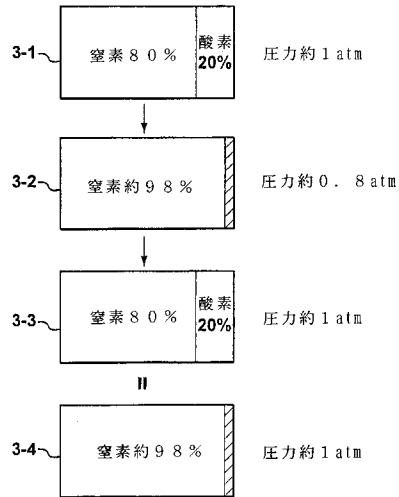
【図 1】



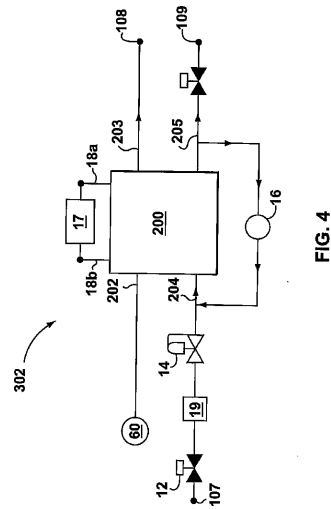
【図 2】



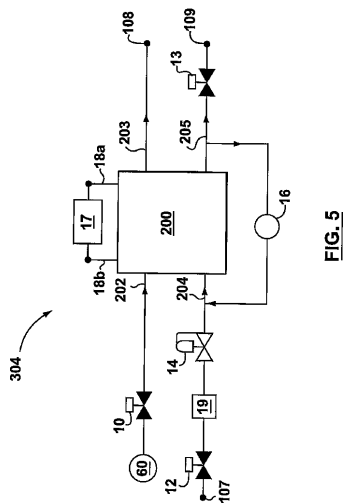
【図 3】



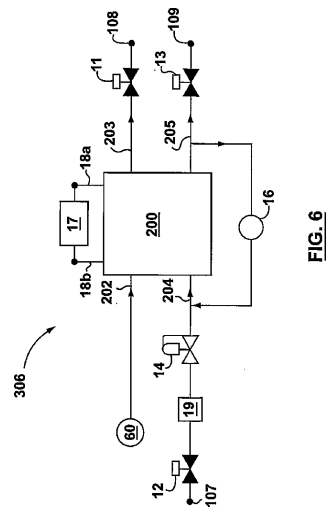
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 ジューズ、ナタニエル、イアン

カナダ国 エム6ピー 1エヌ7 オンタリオ州 トロント アネット ストリート 81

審査官 守安 太郎

(56)参考文献 特開平08-195210(JP,A)

特開平10-032013(JP,A)

特開平09-223511(JP,A)

特開平07-272738(JP,A)

特開昭55-019713(JP,A)

米国特許出願公開第2002/0182456(US,A1)

特開2002-093448(JP,A)

特開昭62-090874(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8/04