

(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2016-15282
(P2016-15282A)

(43) 公開日 平成28年1月28日(2016.1.28)

(5) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
HO 1M	8/0606	(2016.01)	HO 1M	8/06	R	4K021		
HO 1M	8/04	(2016.01)	HO 1M	8/04	J	5H026		
HO 1M	8/10	(2016.01)	HO 1M	8/10		5H127		
C25B	9/00	(2006.01)	C25B	9/00	A			
C25B	9/18	(2006.01)	C25B	9/00	R			

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2014-137732 (P2014-137732)
(22) 出願日 平成26年7月3日(2014.7.3)

(71) 出願人 000000099
株式会社 I H I
東京都江東区豊洲三丁目1番1号
(71) 出願人 500302552
株式会社 I H I エアロスペース
東京都江東区豊洲三丁目1番1号
(74) 代理人 100097515
弁理士 堀田 実
(74) 代理人 100136700
弁理士 野村 俊博
(72) 発明者 谷内 雄作
東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内

最終頁に続く

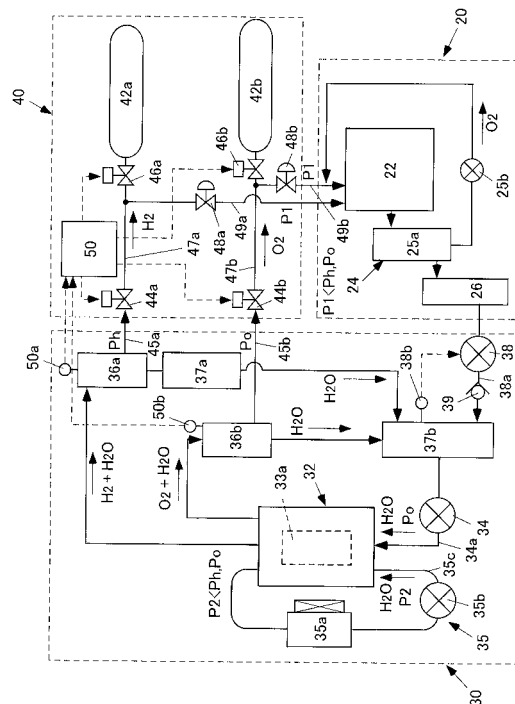
(54) 【発明の名称】 再生型燃料電池システムとその運転方法

(57) 【要約】

【課題】水素と酸素を高圧にするブースターポンプを省略することができ、水分解ユニットの循環ポンプを小型化でき、水分解ユニットへの給水ポンプの効率を高めることができる再生型燃料電池システムとその運転方法を提供する。

【解決手段】大気圧から1 MPaの発電圧力P1の水素と酸素を用いて発電する燃料電池ユニット20、水分解ユニット30、及びガス貯蔵ユニット40を備える。水分解ユニット30は、水を電気分解して発電圧力P1より高い圧力範囲の生成圧力Pの水素と酸素を生成する水電解装置32と、水電解装置32に電気分解用の水を生成圧力Pで循環供給する高圧循環ポンプ34と、水電解装置32に冷却用の水を生成圧力Pより低い冷却圧力P2で循環供給する低圧循環装置35とを有する。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

大気圧から 1 MPa の発電圧力の水素と酸素を用いて発電する燃料電池ユニットと、水を電気分解して前記発電圧力より高い圧力範囲の生成圧力の水素と酸素を生成する水分解ユニットと、

水素と酸素を貯蔵し燃料電池ユニットに供給するガス貯蔵ユニットと、を備え、前記水分解ユニットは、水を電気分解して前記生成圧力の水素と酸素を生成する水電解装置と、

水電解装置に電気分解用の水を前記生成圧力で循環供給する高圧循環ポンプと、

水電解装置に冷却用の水を前記生成圧力より低い冷却圧力で循環供給する低圧循環装置と、を有する、ことを特徴とする再生型燃料電池システム。

10

【請求項 2】

前記水電解装置は、陽極と陰極の間に高分子電解質膜が挟持された複数の電解セルと、電解セルの間に挟持された導電性のセパレータとを有し、

前記セパレータはその内部に中空かつ耐圧の冷却水流路を有する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の再生型燃料電池システム。

【請求項 3】

前記水分解ユニットは、さらに、

水電解装置で生成された生成圧力の水素と酸素から随伴する水を分離し、分離後の水素と酸素をそれぞれガス貯蔵ユニットに供給する 1 対の気水分離器と、

20

各気水分離器で分離された水を生成圧力で貯蔵する高圧水タンクと、

生成圧力が第 1 閾値未満のときに、前記高圧水タンクに水を給水する低圧給水ポンプと、を備える、ことを特徴とする請求項 1 に記載の再生型燃料電池システム。

【請求項 4】

前記ガス貯蔵ユニットは、

水素と酸素をそれぞれ貯蔵する水素タンク及び酸素タンクと、

前記水分解ユニットから供給される水素と酸素の第 1 供給ラインにそれぞれ設けられた第 1 遮断弁と、

第 1 遮断弁と水素タンク及び酸素タンクをそれぞれ連結する第 2 供給ラインにそれぞれ設けられた第 2 遮断弁と、

30

第 1 遮断弁と第 2 遮断弁の間から燃料電池ユニットに水素と酸素を供給する第 3 供給ラインにそれぞれ設けられた調圧弁と、を備える、ことを特徴とする請求項 1 に記載の再生型燃料電池システム。

【請求項 5】

前記燃料電池ユニットは、

発電圧力の水素と酸素を用いて発電する燃料電池と、

燃料電池から排出される酸素から随伴する水を分離し、分離後の酸素を燃料電池に再循環させる酸素再循環装置と、

前記酸素再循環装置で分離された水を貯蔵する低圧水タンクと、を備える、ことを特徴とする請求項 1 に記載の再生型燃料電池システム。

40

【請求項 6】

前記低圧給水ポンプは、前記燃料電池ユニットの低圧水タンクと前記水分解ユニットの高圧水タンクとを連通する給水ラインに設けられており、

前記低圧給水ポンプと前記高圧水タンクとの間に逆止弁を有する、ことを特徴とする請求項 3 に記載の再生型燃料電池システム。

【請求項 7】

前記ガス貯蔵ユニットを制御する制御装置を備え、

(A) 生成圧力が第 1 閾値未満のときに、前記ガス貯蔵ユニットの第 1 遮断弁を全閉し、

(B) 生成圧力が第 2 閾値以上のときに、前記第 1 遮断弁と前記ガス貯蔵ユニットの第

50

2 遮断弁を開き、

(C) 生成圧力が第1閾値以上かつ第2閾値未満のときに、前記第1遮断弁を開き、前記第2遮断弁を全閉する、ことを特徴とする請求項4に記載の再生型燃料電池システム。

【請求項8】

請求項1に記載の再生型燃料電池システムの運転方法であって、
ガス貯蔵ユニットを制御する制御装置により、

(A) 生成圧力が第1閾値未満のときに、前記ガス貯蔵ユニットの第1遮断弁を全閉し

、
(B) 生成圧力が第2閾値以上のときに、前記第1遮断弁と前記ガス貯蔵ユニットの第2遮断弁を開き、

(C) 生成圧力が第1閾値以上かつ第2閾値未満のときに、前記第1遮断弁を開き、前記第2遮断弁を全閉する、ことを特徴とする再生型燃料電池システムの運転方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水電解装置と燃料電池を備えた再生型燃料電池システムとその運転方法に関する。

【背景技術】

20

【0002】

再生型燃料電池システムは、水電解装置と燃料電池を備え、水電解装置で水から水素と酸素を生成し、この水素と酸素を用いて燃料電池で発電し、燃料電池を出たガスから水を回収し、この水を水電解装置にリサイクルするものである。

再生型燃料電池システムは、充電可能な発電装置であり、副産物は水のみであるため、省エネ化、二酸化炭素削減が可能であることから、宇宙空間や航空機等への適用が期待されている。

【0003】

上述した再生型燃料電池システムは、例えば非特許文献1に開示されている。

また、これに関連する技術が、特許文献1～3に開示されている。

30

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献1】藤原勉、江口邦久、「成層圏プラットフォーム飛行船用再生型燃料電池の研究開発 1kW級再生型燃料電池モデルの地上評価試験 -」、宇宙航空研究開発機構研究開発資料 JAXA-RM-07-014、宇宙航空研究開発機構、平成20年2月29日

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2004-171973号公報

40

【特許文献2】特開2012-26463号公報

【特許文献3】特開2005-248246号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

図1は、従来の再生型燃料電池システムの構成図である。

この図において、再生型燃料電池システムは、燃料電池ユニットA、水分解ユニットB、及びガス貯蔵ユニットCからなる。

【0007】

燃料電池ユニットAは、この例で、燃料電池1、気水分離器2、循環ポンプ3、及び水

50

タンク 4 からなる。燃料電池 1 は、例えば低圧（例えば 0.1 ~ 0.2 MPa）で作動する固体高分子型燃料電池（PEFC）である。

この構成により、水素と酸素を用いて燃料電池 1 で発電し、反応後のガスを気水分離器 2 で酸素と水に分離し、循環ポンプ 3 で酸素を燃料電池 1 の入口側にリサイクルし、水を水タンク 4 に溜める。

【0008】

水分解ユニット B は、この例で、電気分解装置 5、気水分離器 6a、6b、水タンク 7a、7b、循環ポンプ 8、熱交換器 9、及び給水ポンプ 10 からなる。

この構成により、給水ポンプ 10 で水分解ユニット B に水を給水し、電気分解装置 5 で水を電気分解して水素と酸素を生成する。また、気水分離器 6a、6b で生成した水素と酸素から水をそれぞれ分離し、分離した水を水タンク 7a、7b にそれぞれ貯蔵する。さらに、循環ポンプ 8 で水を電気分解装置 5 の入口側にリサイクルし、分離した水素と酸素をガス貯蔵ユニット C に供給する。

10

【0009】

ガス貯蔵ユニット C は、この例で、高圧タンク 11a、11b、プースターポンプ 12a、12b、切替弁 13a、13b、14a、14b、及び調圧弁 15a、15b からなる。

高圧タンク 11a、11b は、水素と酸素をそれぞれ高圧（例えば 1 ~ 30 MPa）で貯蔵する。プースターポンプ 12a、12b は、水分解ユニット B から供給された低圧の水素と酸素を高圧まで加圧する。調圧弁 15a、15b は高圧タンク 11a、11b から供給される高圧の水素と酸素を減圧して燃料電池ユニット A に供給する。

20

【0010】

上述した従来の再生型燃料電池システムは、純水素と純酸素を用いて発電する。従って、高空を飛行する航空機、海中を航行する潜水艦、宇宙ステーション等、大気から酸素を取り込むことが出来ない環境、閉鎖空間などで、水電解により発生した酸素を貯蔵し燃料電池で発電に使用することができる。

【0011】

しかし、上述した従来の再生型燃料電池システム（例えば特許文献 1）では、高圧タンク 11a、11b に水素と酸素を貯蔵する際にプースターポンプ 12a、12b で低圧（例えば 0.1 ~ 0.2 MPa）から高圧（例えば 1 ~ 30 MPa）まで昇圧する。そのため、プースターポンプ 12a、12b によるガス圧縮の効率が悪く、電力を多く消費する問題点があった。

30

【0012】

この問題点を解決するため、水分解ユニット B を高圧下で運転し、電気分解装置 5 で直接高圧のガスを発生する手段が、例えば先行文献 2、3 に開示されている。

しかし、先行文献 2、3 の手段では、循環ポンプ 8 は、電気分解装置 5 の冷却のため大流量を循環する。また大流量の循環ポンプ 8 は、高圧運転のため耐圧性能を高める必要がある。そのためシステムが大型化するという問題点があった。また、水分解ユニット B に水を補給する給水ポンプ 10 は低圧の水を高圧まで昇圧するため高揚程を要求され、給水ポンプ 10 の効率が低くなるという問題点があった。

40

【0013】

本発明は、上述した問題点を解決するために創案されたものである。すなわち、本発明の目的は、水素と酸素を高圧にするプースターポンプを省略することができ、水分解ユニットの循環ポンプを小型化でき、水分解ユニットへの給水ポンプの効率を高めることができる再生型燃料電池システムとその運転方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明によれば、大気圧から 1 MPa の発電圧力の水素と酸素を用いて発電する燃料電池ユニットと、

水を電気分解して前記発電圧力より高い圧力範囲の生成圧力の水素と酸素を生成する水

50

分解ユニットと、

水素と酸素を貯蔵し燃料電池ユニットに供給するガス貯蔵ユニットと、を備え、
前記水分解ユニットは、水を電気分解して前記生成圧力の水素と酸素を生成する水電解装置と、

水電解装置に電気分解用の水を前記生成圧力で循環供給する高圧循環ポンプと、

水電解装置に冷却用の水を前記生成圧力より低い冷却圧力で循環供給する低圧循環装置と、を有する、ことを特徴とする再生型燃料電池システムが提供される。

【0015】

前記水電解装置は、陽極と陰極の間に高分子電解質膜が挟持された複数の電解セルと、電解セルの間に挟持された導電性のセパレータとを有し、

10

前記セパレータはその内部に中空かつ耐圧の冷却水流路を有する。

【0016】

前記水分解ユニットは、さらに、

水電解装置で生成された生成圧力の水素と酸素から随伴する水を分離し、分離後の水素と酸素をそれぞれガス貯蔵ユニットに供給する1対の気水分離器と、

各気水分離器で分離された水を生成圧力で貯蔵する高圧水タンクと、

生成圧力が第1閾値未満のときに、前記高圧水タンクに水を給水する低圧給水ポンプと、を備える。

【0017】

前記ガス貯蔵ユニットは、

20

水素と酸素をそれぞれ貯蔵する水素タンク及び酸素タンクと、

前記水分解ユニットから供給される水素と酸素の第1供給ラインにそれぞれ設けられた第1遮断弁と、

第1遮断弁と水素タンク及び酸素タンクをそれぞれ連結する第2供給ラインにそれぞれ設けられた第2遮断弁と、

第1遮断弁と第2遮断弁の間から燃料電池ユニットに水素と酸素を供給する第3供給ラインにそれぞれ設けられた調圧弁と、を備える。

【0018】

前記燃料電池ユニットは、

発電圧力の水素と酸素を用いて発電する燃料電池と、

30

燃料電池から排出される酸素から随伴する水を分離し、分離後の酸素を燃料電池に再循環させる酸素再循環装置と、

前記酸素再循環装置で分離された水を貯蔵する低圧水タンクと、を備える。

【0019】

前記低圧給水ポンプは、前記燃料電池ユニットの低圧水タンクと前記水分解ユニットの高圧水タンクとを連通する給水ラインに設けられており、

前記低圧給水ポンプと前記高圧水タンクとの間に逆止弁を有する。

【0020】

前記ガス貯蔵ユニットを制御する制御装置を備え、

(A)生成圧力が第1閾値未満のときに、前記ガス貯蔵ユニットの第1遮断弁を全閉し

40

(B)生成圧力が第2閾値以上のときに、前記第1遮断弁と前記ガス貯蔵ユニットの第2遮断弁を開き、

(C)生成圧力が第1閾値以上かつ第2閾値未満のときに、前記第1遮断弁を開き、前記第2遮断弁を全閉する。

【0021】

また、本発明によれば、ガス貯蔵ユニットを制御する制御装置により、

(A)生成圧力が第1閾値未満のときに、前記ガス貯蔵ユニットの第1遮断弁を全閉し

(B)生成圧力が第2閾値以上のときに、前記第1遮断弁と前記ガス貯蔵ユニットの第

50

2 遮断弁を開き、

(C) 生成圧力が第 1 閾値以上かつ第 2 閾値未満のときに、前記第 1 遮断弁を開き、前記第 2 遮断弁を全閉する、ことを特徴とする上記の再生型燃料電池システムの運転方法が提供される。

【発明の効果】

【0022】

上記本発明によれば、水分解ユニットの生成圧力が発電圧力より高いので、生成圧力の水素と酸素をブースターポンプなしでガス貯蔵ユニットに供給することができ、ブースターポンプを省略することができる。

【0023】

また、水電解装置に冷却用の水を生成圧力より低い冷却圧力で循環供給する低圧循環ポンプを備えるので、水電解装置に電気分解用の水を生成圧力で循環供給する高圧循環ポンプを小型化できる。

すなわち、水電解装置へ水を供給するラインを、大流量を要求される冷却水系と高圧を要求される電解水系の 2 系統に分けたので、高圧循環ポンプを小型軽量化することができる。

【0024】

さらに、水電解装置に冷却用の水を生成圧力より低い冷却圧力で循環供給する低圧循環ポンプを備えるので、水電解装置に循環供給する水の必要量が大幅に少量となる。そのため、水分解ユニットへの給水ポンプを生成圧力が低いときのみで作動させることができ、給水ポンプの効率を高めることができる。

すなわち、水電解に必要な水を生成圧力が低いとき（例えば、燃料電池運転時）に供給することにより、給水ポンプに対する揚程要求を緩和し、システムの小型化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図 1】従来の再生型燃料電池システムの構成図である。

【図 2】本発明による再生型燃料電池システムの全体構成図である。

【図 3】水電解装置の全体構成図である。

【図 4】再生型燃料電池システムの運転方法の全体フロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、本発明の実施形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。なお、各図において共通する部分には同一の符号を付し、重複した説明を省略する。

【0027】

図 2 は、本発明による再生型燃料電池システムの全体構成図である。

この図において、本発明の再生型燃料電池システムは、燃料電池ユニット 20、水分解ユニット 30、及びガス貯蔵ユニット 40 を備える。

【0028】

燃料電池ユニット 20 は、発電圧力 P1 の水素と酸素を用いて発電する。発電圧力 P1 は、好ましくは大気圧（約 0.1 MPa）から 1 MPa であり、さらに好ましくは、0.1 ~ 0.2 MPa であるのがよい。

【0029】

図 2 において、燃料電池ユニット 20 は、燃料電池 22、酸素再循環装置 24、及び低圧水タンク 26 を備える。

燃料電池 22 は、発電圧力 P1 の水素と酸素を用いて発電する。燃料電池 22 は、好ましくは固体高分子型燃料電池（PEFC）である。固体高分子型燃料電池（PEFC）は、イオン伝導性を有する高分子膜を電解質として用いる燃料電池である。

【0030】

PEFC の基本構造は、アノード（燃料極、負極）、電解質膜（固体高分子膜）、カソ

10

20

30

40

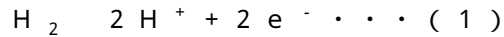
50

ード（酸素極、正極）、及びセパレータ（バイポーラプレート）からなる。アノード、電解質膜、カソードを貼り合せて一体化したものを「膜/電極接合体」と呼ぶ。セパレータは、反応ガスの供給流路が彫り込まれた導電板である。膜/電極接合体をセパレータで挟みこんだ1つのセルを「単セル」と呼び、単セルを積層して高電圧を得られるようにしたものを「スタック」と呼ぶ。

セパレータは、カーボン、金属、導電性プラスチックなどによって作成される。

【0031】

アノードでは、水素が供給され、式(1)の反応によって、プロトン(H^+)と電子に分解する。



プロトン(H^+)は、電解質膜内を、電子は導線内を通過してカソードに移動する。

カソードでは、電解質膜から来たプロトンと、導線から来た電子が酸素と反応して、式(2)の反応により水を生成する。



【0032】

燃料電池22は、純水素と純酸素を用いて発電することが好ましい。

この場合、式(1)(2)により、純水素と純酸素が反応し、純水が生成される。

従って、副産物は純水のみであるため、これをリサイクルすることにより、省エネ化と二酸化炭素の削減が可能である。

【0033】

図2において、酸素再循環装置24は、低圧気水分離器25aと低圧循環ポンプ25bを有する。この構成により、低圧気水分離器25aで燃料電池22から排出される酸素から随伴する水を分離し、低圧循環ポンプ25bで分離後の酸素を燃料電池22の上流側に再循環させるようになっている。

なお、図示しないが、燃料電池22から排出される水素も同様に水を分離し再循環させてもよい。

【0034】

低圧水タンク26は、酸素再循環装置24で分離された水を貯蔵する。低圧水タンク26の圧力は、発電圧力 P_1 と同一又はこれより低いことが好ましく、さらに好ましくは、大気圧(約0.1MPa)であるのがよい。

【0035】

水分解ユニット30は、水を電気分解して生成圧力 P の水素と酸素を生成する。以下、水素生成圧力を P_h 、酸素生成圧力を P_o とし、区別が必要な場合を除き、単に生成圧力 P と呼ぶ。

水素生成圧力 P_h と酸素生成圧力 P_o は、電解セル33a及び高圧水タンク37aを介して連通しているため、その差は、最大でも1000mmAq(すなわち、約0.01MPa程度である)。

生成圧力 P (水素生成圧力 P_h 及び酸素生成圧力 P_o)は、発電圧力 P_1 より高い圧力範囲であり、好ましくは、発電圧力 $P_1 +$ から最高貯蔵圧の範囲である。ここで、例えば約0.1MPaである。また、最高貯蔵圧は例えば約20~30MPaである。

すなわち、生成圧力 P (水素生成圧力 P_h 及び酸素生成圧力 P_o)は、発電圧力 P_1 より常に高いが、一定ではなく、発電圧力 $P_1 +$ から最高貯蔵圧の範囲で変動する。また、この範囲において、後述する第1閾値 L_1 と第2閾値 L_2 が予め設定されている。

第1閾値 L_1 は、発電圧力 $P_1 +$ に近い圧力であり、例えば約0.3~1.0MPaである。第2閾値 L_2 は、最高貯蔵圧に近い圧力であり、例えば約5~10MPaである。

【0036】

図2において、水分解ユニット30は、水電解装置32、高圧循環ポンプ34、及び低圧循環装置35を有する。

水電解装置32は、水を電気分解して生成圧力 P (水素生成圧力 P_h と酸素生成圧力 P_o)

10

20

30

40

50

o) の水素と酸素を生成する。

高圧循環ポンプ 34 は、水電解装置 32 に電気分解用の水を生成圧力 P (この例では酸素生成圧力 P_o) で循環供給する。

【0037】

図 3 は、水電解装置 32 の全体構成図である。

この図において、水電解装置 32 は、圧力容器 32a 内に収容された複数の電解セル 33a と導電性のセパレータ 33b とを有する。

複数の電解セル 33a は、陽極と陰極の間に高分子電解質膜が挟持され、陽極と陰極の間に外部電源 31 により電圧を印加することにより、燃料電池 22 と反対の反応、すなわち式 (1) (2) の逆反応により、水素と酸素を発生させる。

10

【0038】

セパレータ 33b は、上下の電解セル 33a の間に挟持されている。また、セパレータ 33b は、その内部に中空の冷却水流路 33c を有する。セパレータ 33b は、生成圧力 P (水素生成圧力 P_h 及び酸素生成圧力 P_o) に耐える耐圧性を有し、冷却水流路 33c の内部を生成圧力 P (水素生成圧力 P_h 及び酸素生成圧力 P_o) より低い冷却圧力 P₂ に保持する。

冷却圧力 P₂ は、例えば約 0.1 ~ 0.3 MPa であり、好ましくは大気圧 (約 0.1 MPa) である。

【0039】

図 2 において、低圧循環装置 35 は、低圧熱交換器 35a と低圧循環ポンプ 35b を有する。この構成により、水電解装置 32 の冷却水流路 33c に冷却用の水を生成圧力 P (水素生成圧力 P_h 及び酸素生成圧力 P_o) より低い冷却圧力 P₂ で循環供給する。

20

低圧熱交換器 35a は、水冷でも空冷でもよい。

【0040】

図 2 において、水分解ユニット 30 は、さらに、1 対の気水分離器 36a, 36b、高圧水タンク 37a, 37b、及び低圧給水ポンプ 38 を備える。

【0041】

1 対の気水分離器 36a, 36b は、水電解装置 32 で生成された生成圧力 P (水素生成圧力 P_h と酸素生成圧力 P_o) の水素と酸素から随伴する水を分離し、分離後の水素と酸素をそれぞれガス貯蔵ユニット 40 に供給する。

30

【0042】

高圧水タンク 37a, 37b は、各気水分離器 36a, 36b で分離された水を生成圧力 P (水素生成圧力 P_h と酸素生成圧力 P_o) で貯蔵する。なお、高圧水タンク 37a, 37b は、この例では気水分離器 36a, 36b に合わせて別に構成されているが、一体に構成してもよい。

【0043】

図 2 において、電解水供給ライン 34a は、高圧水タンク 37b と水電解装置 32 を結ぶ配管ラインであり、この電解水供給ライン 34a に高圧循環ポンプ 34 が設けられている。

また、冷却水ライン 35c は、低圧熱交換器 35a と水電解装置 32 を結ぶ配管ラインであり、この冷却水ライン 35c に低圧循環ポンプ 35b が設けられている。

40

【0044】

低圧給水ポンプ 38 は圧力検出器 38b を備えており、生成圧力 P (この例では酸素生成圧力 P_o) が上述した第 1 閾値 L₁ 未満のときに、高圧水タンク 37b に水を自動で給水するようになっている。なおこの例と相違し、高圧水タンク 37a に給水してもよい。

【0045】

図 2 において、低圧給水ポンプ 38 は、燃料電池ユニット 20 の低圧水タンク 26 と水分解ユニット 30 の高圧水タンク 37b とを連通する給水ライン 38a に設けられている。また、低圧給水ポンプ 38 と高圧水タンク 37b との間に逆止弁 39 を有し、低圧給水ポンプ 38 を停止しても高圧水タンク 37b から水が逆流しないようになっている。

50

【0046】

ガス貯蔵ユニット40は、水素と酸素を貯蔵し、燃料電池ユニット20に供給する。

【0047】

図2において、ガス貯蔵ユニット40は、水素タンク42a及び酸素タンク42b、第1遮断弁44a、44b、第2遮断弁46a、46b、及び調圧弁48a、48bを備える。

【0048】

水素タンク42a及び酸素タンク42bは、水素と酸素をそれぞれ貯蔵する。水素タンク42a及び酸素タンク42bは、上述した最高貯蔵圧（例えば約20～30MPa）で水素と酸素をそれぞれ貯蔵可能な圧力容器である。

10

【0049】

第1遮断弁44a、44bは、水分解ユニット30から供給される水素と酸素の第1供給ライン45a、45bにそれぞれ設けられた遠隔操作可能な開閉弁である。

【0050】

第2遮断弁46a、46bは、第1遮断弁44a、44bと水素タンク42a及び酸素タンク42bをそれぞれ連結する第2供給ライン47a、47bにそれぞれ設けられた遠隔操作可能な開閉弁である。

【0051】

調圧弁48a、48bは、第1遮断弁44a、44bと第2遮断弁46a、46bの間から燃料電池ユニット20に水素と酸素を供給する第3供給ライン49a、49bにそれぞれ設けられた圧力調節弁である。調圧弁48a、48bは、遠隔操作可能であることが好ましい。

20

【0052】

図2において、本発明の再生型燃料電池システムは、さらにガス貯蔵ユニット40を制御する制御装置50を備える。制御装置50は、水分解ユニット30の生成圧力P（水素生成圧力Phと酸素生成圧力Po）を検出する圧力検出器50a、50bを有する。

【0053】

図4は、制御装置50による再生型燃料電池システムの運転方法の全体フロー図である。

この図において、本発明の再生型燃料電池システムの運転方法は、S1～S6の各ステップ（工程）からなる。

30

【0054】

ステップS1で、圧力検出器50a、50bにより水分解ユニット30の生成圧力P（水素生成圧力Phと酸素生成圧力Po）を検出する。

ステップS2で、生成圧力P（水素生成圧力Ph及び酸素生成圧力Po）を第1閾値L1と比較する。

【0055】

ステップS2において、生成圧力P（水素生成圧力Ph及び酸素生成圧力Po）が第1閾値L1未満のとき（YES）、ステップS4で、ガス貯蔵ユニット40の第1遮断弁44a、44bを全閉する。第1遮断弁44a、44bの全閉により、水分解ユニット30で生成された水素と酸素が増加し、生成圧力P（水素生成圧力Ph及び酸素生成圧力Po）は徐々に高くなる。

40

【0056】

また、生成圧力P（水素生成圧力Phと酸素生成圧力Po）はガス貯蔵ユニット40内の水素と酸素が等圧になるように、適切な容量配分になっている。ステップS4において、生成圧力P（この例では酸素生成圧力Po）が第1閾値L1未満であることを検出した場合は、低圧給水ポンプ38は高圧水タンク37bに水を自動で給水する。

従って、この構成により、供給圧が低い低圧給水ポンプ38で、高圧水タンク37bに水を自動で給水することができ、低圧給水ポンプ38の効率を高めることができる。

【0057】

50

また、ステップ S 4 では、生成圧力 P (水素生成圧力 P_h 及び酸素生成圧力 P_o) は第 1 閾値 L₁ 未満である。そのため、燃料電池ユニット 20 で発電する場合には、ガス貯蔵ユニット 40 の第 2 遮断弁 46 a, 46 b を開き、水素タンク 42 a 及び酸素タンク 42 b から第 2 遮断弁 46 a, 46 b を介して燃料電池ユニット 20 に水素と酸素を供給する。

【0058】

ステップ S 2 において、生成圧力 P (水素生成圧力 P_h 及び酸素生成圧力 P_o) が第 1 閾値 L₁ 以上のとき (NO)、ステップ S 3 で、生成圧力 P (水素生成圧力 P_h 及び酸素生成圧力 P_o) を第 2 閾値 L₂ と比較する。

【0059】

ステップ S 3 において、生成圧力 P (水素生成圧力 P_h 及び酸素生成圧力 P_o) が第 2 閾値 L₂ 未満のとき (YES)、ステップ S 5 で、第 1 遮断弁 44 a, 44 b を開き、第 2 遮断弁 46 a, 46 b を全閉する。このとき低圧給水ポンプ 38 は、第 1 閾値 L₁ 以上の生成圧力 P (この例では酸素生成圧力 P_o) を検出して作動を自動で停止する。

【0060】

また、ステップ S 5 では、生成圧力 P (水素生成圧力 P_h 及び酸素生成圧力 P_o) は第 1 閾値 L₁ 以上かつ第 2 閾値 L₂ 未満である。そのため、燃料電池ユニット 20 で発電する場合には、第 1 遮断弁 44 a, 44 b を介して水分解ユニット 30 から燃料電池ユニット 20 に水素と酸素を直接供給することができる。

また、ステップ S 5 では、第 2 遮断弁 46 a, 46 b を全閉しているため、水素タンク 42 a と酸素タンク 42 b の圧力は全閉直前の圧力に保持されている。

【0061】

ステップ S 3 において、生成圧力 P (水素生成圧力 P_h 及び酸素生成圧力 P_o) が第 2 閾値 L₂ 以上のとき (NO)、ステップ S 6 で、第 1 遮断弁 44 a, 44 b と第 2 遮断弁 46 a, 46 b の両方を開く。

これにより、水素タンク 42 a 及び酸素タンク 42 b に第 2 閾値 L₂ 以上の圧力で、水素と酸素を貯蔵することができる。このとき低圧給水ポンプ 38 は、第 1 閾値 L₁ 以上の生成圧力 P (この例では酸素生成圧力 P_o) を検出して作動を自動で停止している。

【0062】

さらに、燃料電池ユニット 20 で発電する場合には、水分解ユニット 30 と水素タンク 42 a 及び酸素タンク 42 b のどちらからも、燃料電池ユニット 20 に水素と酸素を供給することができる。

【0063】

ステップ S 6 において、水分解ユニット 30 の運転を継続すると、高圧水タンク 37 a, 37 b の水位が下限に達し、水素と酸素の生成が停止する。

水分解ユニット 30 の停止後、燃料電池ユニット 20 で発電を継続すると、水素と酸素が消費され、生成圧力 P (水素生成圧力 P_h 及び酸素生成圧力 P_o) が徐々に低下する。

生成圧力 P (水素生成圧力 P_h 及び酸素生成圧力 P_o) が第 2 閾値 L₂ 未満になると、ステップ S 5 で第 2 遮断弁 46 a, 46 b が全閉され、水素タンク 42 a と酸素タンク 42 b の圧力は第 2 閾値 L₂ 未満の圧力に保持される。

【0064】

さらに生成圧力 P (水素生成圧力 P_h 及び酸素生成圧力 P_o) が低下し第 1 閾値 L₁ 未満になると、ステップ S 4 で第 1 遮断弁 44 a, 44 b が全閉される。この際は、第 2 遮断弁 46 a, 46 b を開いて燃料電池ユニット 20 に水素と酸素を供給することができる。

生成圧力 P (水素生成圧力 P_h 及び酸素生成圧力 P_o) が第 1 閾値 L₁ 未満になると、低圧給水ポンプ 38 が、第 1 閾値 L₁ 未満の生成圧力 P (この例では酸素生成圧力 P_o) を検出して作動を自動で開始し、高圧水タンク 37 a, 37 b の水位が上昇する。この水位上昇は低圧給水ポンプ 38 の吐出量を大きく設定することにより、短時間で目標水位まで完了させることができる。

10

20

30

40

50

【0065】

従って、上述したステップS1～S6により、燃料電池ユニット20に水素と酸素を常に供給することができ、必要なときにいつでも発電することができる。

【0066】

上述したように、本発明によれば、水電解装置32に供給する水のラインを電解水供給ライン34aと冷却水ライン35cに分け、水電解装置32の内部構造も冷却水流路33cの外部と内部に分かれている。

電解水供給ライン34aは高圧であるが小流量であるので、配管、ポンプ（高圧循環ポンプ34）の小型化が可能となる。

冷却水ライン35cは大流量が必要であるが、低圧であるために耐圧性能の低い部材が使用できるため軽量化が可能である。

また高圧系統が小型化することから、高圧水タンク37bを電解に必要な容量（例えば1日分）に設定し、生成圧力P（水素生成圧力Phと酸素生成圧力Po）が所定の圧力より低いときに水を補給することにより、低圧給水ポンプ38に対する揚程要求を緩和し、小型化を図ることができる。

【0067】

上述した本発明によれば、水分解ユニット30の生成圧力P（水素生成圧力Ph及び酸素生成圧力Po）が発電圧力P1より高いので、生成圧力P（水素生成圧力Ph及び酸素生成圧力Po）の水素と酸素をブースターポンプなしでガス貯蔵ユニット40に供給することができ、ブースターポンプを省略することができる。

【0068】

また、水電解装置32に冷却用の水を生成圧力P（水素生成圧力Ph及び酸素生成圧力Po）より低い冷却圧力P2で循環供給する低圧循環ポンプ35bを備えるので、水電解装置32に電気分解用の水を生成圧力P（この例では酸素生成圧力Po）で循環供給する高圧循環ポンプ34を小型化できる。

例えば、効率80%で100kW入力の水電解装置32の場合、水電解で消費される水量は約0.3L/minであるが、冷却に必要な水量は200倍の60L/minが必要となる。

すなわち、水電解装置32へ水を供給するラインを、大流量を要求される冷却水系と高圧を要求される電解水系の2系統に分けたので、高圧循環ポンプ34を小型軽量化することができる。

【0069】

さらに、水電解装置32に冷却用の水を生成圧力P（水素生成圧力Ph及び酸素生成圧力Po）より低い冷却圧力P2で循環供給する低圧循環ポンプ35bを備えるので、水電解装置32に循環供給する水の必要量が大幅に少量となる。そのため、水分解ユニット30への低圧給水ポンプ38を生成圧力P（水素生成圧力Ph及び酸素生成圧力Po）が低いときのみで作動させることができ、低圧給水ポンプ38の効率を高めることができる。

すなわち、水電解に必要な水を生成圧力P（水素生成圧力Ph及び酸素生成圧力Po）が低いとき（例えば、燃料電池22の運転時）に供給することにより、低圧給水ポンプ38に対する揚程要求を緩和し、システムの小型化を図ることができる。

【0070】

なお、本発明は上述した実施形態に限定されず、特許請求の範囲の記載によって示され、さらに特許請求の範囲の記載と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものである。

【符号の説明】

【0071】

A 燃料電池ユニット、B 水分解ユニット、C ガス貯蔵ユニット、
 P 生成圧力、Ph 水素生成圧力、Po 酸素生成圧力、
 P1 発電圧力、P2 冷却圧力、L1 第1閾値、L2 第2閾値、
 1 燃料電池、2 気水分離器、3 循環ポンプ、4 水タンク、

10

20

30

40

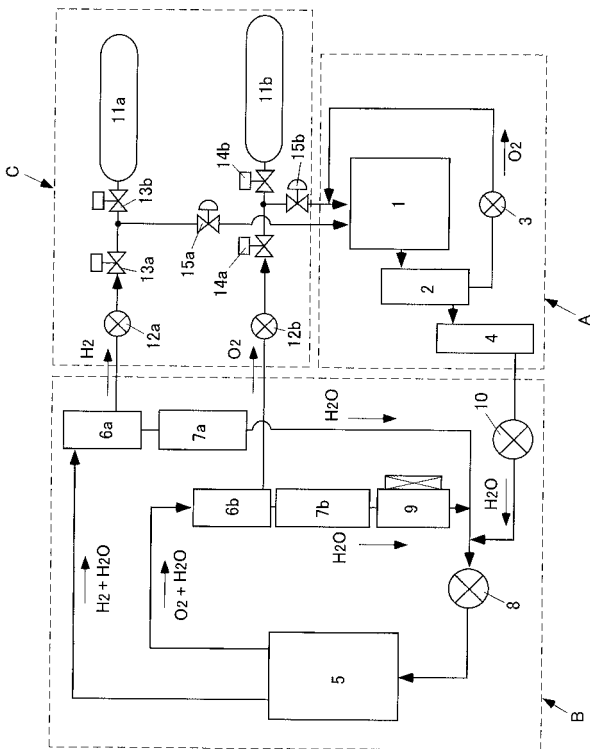
50

- 5 電気分解装置、6 a , 6 b 気水分離器、7 a , 7 b 水タンク、
- 8 循環ポンプ、9 熱交換器、10 給水ポンプ、
- 11 a , 11 b 高圧タンク、12 a , 12 b ブースターポンプ、
- 13 a , 13 b , 14 a , 14 b 切替弁、
- 15 a , 15 b 調圧弁、20 燃料電池ユニット、
- 22 燃料電池、24 酸素再循環装置、25 a 低圧気水分離器、
- 25 b 低圧循環ポンプ、26 低圧水タンク、30 水分解ユニット、
- 31 外部電源、32 水電解装置、32 a 圧力容器、
- 33 a 電解セル、33 b セパレータ、33 c 冷却水流路、
- 34 高圧循環ポンプ、34 a 電解水供給ライン、
- 35 低圧循環装置、35 a 低圧熱交換器、35 b 低圧循環ポンプ、
- 35 c 冷却水ライン、36 a , 36 b 気水分離器、
- 37 a , 37 b 高圧水タンク、38 低圧給水ポンプ、
- 38 a 給水ライン、38 b 圧力検出器、39 逆止弁、
- 40 ガス貯蔵ユニット、42 a 水素タンク、42 b 酸素タンク、
- 44 a , 44 b 第1遮断弁、45 a , 45 b 第1供給ライン、
- 46 a , 46 b 第2遮断弁、47 a , 47 b 第2供給ライン、
- 48 a , 48 b 調圧弁、49 a , 49 b 第3供給ライン、
- 50 制御装置、50 a 圧力検出器

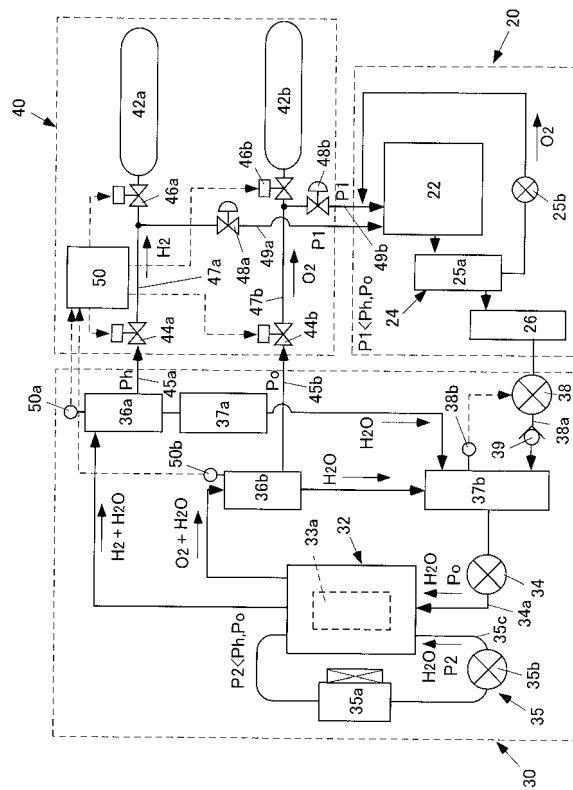
10

20

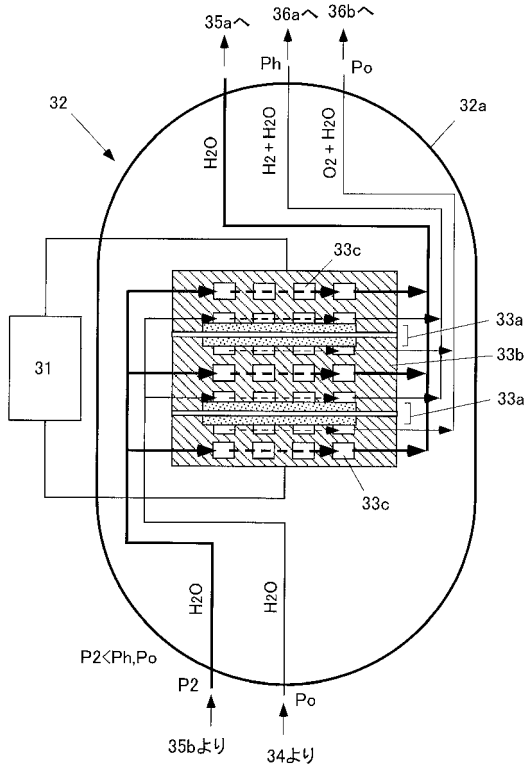
【 図 1 】



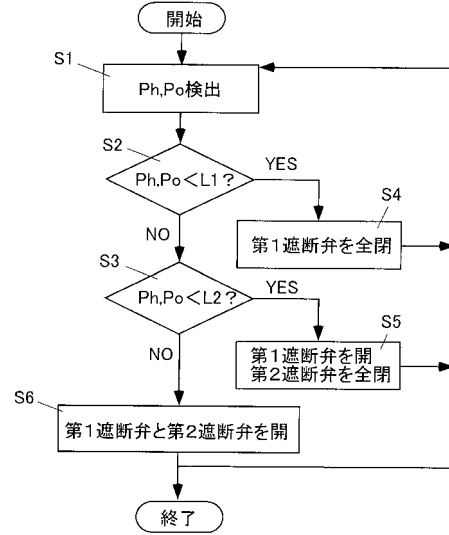
【 図 2 】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 篠崎 昇

東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社I H Iエアロスペース内

Fターム(参考) 4K021 AA01 BA02 CA01 CA09 CA10 CA11 CA15 DB06 DB10 DB40
DC05
5H026 AA06
5H127 AA06 AB04 AC07 AC15 BA02 BA14 BA22 BA28 BA33 BA59
BA60 BB13 BB18 BB37 BB39 BB40 EE12