

(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2012-219292

(P2012-219292A)

(43) 公開日 平成24年11月12日(2012.11.12)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード(参考)  
 C 2 5 B 9/00 (2006.01) C 2 5 B 9/00 B 4 K O 2 1  
 C 2 5 B 1/12 (2006.01) C 2 5 B 1/12

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2011-83944 (P2011-83944)  
 (22) 出願日 平成23年4月5日(2011.4.5)

(71) 出願人 000005326  
 本田技研工業株式会社  
 東京都港区南青山二丁目1番1号  
 (74) 代理人 100077665  
 弁理士 千葉 剛宏  
 (74) 代理人 100116676  
 弁理士 宮寺 利幸  
 (74) 代理人 100149261  
 弁理士 大内 秀治  
 (72) 発明者 武内 淳  
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
 社本田技術研究所内  
 (72) 発明者 針生 栄次  
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
 社本田技術研究所内

最終頁に続く

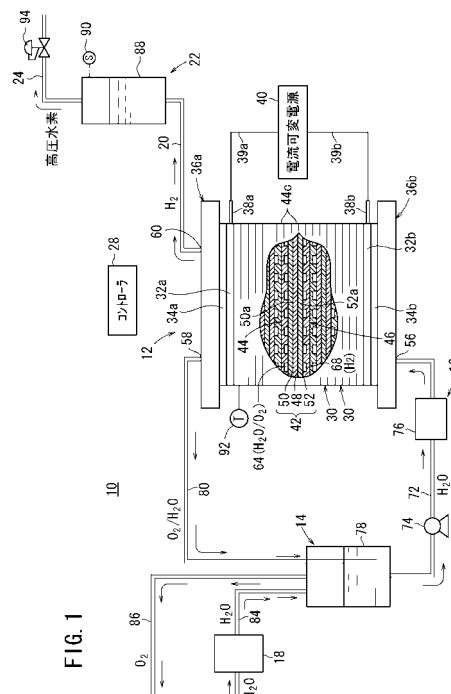
(54) 【発明の名称】 水電解システム及びその運転方法

(57) 【要約】

【課題】簡単な構成及び工程で、気液分離装置の排水構造を不要にすることができ、効率的な水電解処理を行うことを可能にする。

【解決手段】水電解システム10は、水を電気分解して酸素と前記酸素よりも高圧な高圧水素とを発生させる水電解装置12と、前記水電解装置12よりも重力方向上方に配設され、前記高圧水素に含まれる水分を分離する気液分離装置22と、前記水電解装置12から排出される前記高圧水素を前記気液分離装置22に導入する水素導入ライン20と、前記気液分離装置22内の水位を検出する水位検出センサ90と、検出された前記気液分離装置22内の水位に基づいて、前記水電解装置12に印加する電流を調整する直流可変電源40及びコントローラ28とを備える。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

水を電気分解して酸素と前記酸素よりも高圧な高圧水素とを発生させる水電解装置と、前記水電解装置よりも重力方向上方に配設され、前記高圧水素に含まれる水分を分離する気液分離装置と、

前記水電解装置から排出される前記高圧水素を前記気液分離装置に導入する水素導入ラインと、

前記気液分離装置内の水位を検出する水位検出装置と、

検出された前記気液分離装置内の水位に基づいて、前記水電解装置に印加する電流を調整する電流調整装置と、

を備えることを特徴とする水電解システム。

10

**【請求項 2】**

水を電気分解して酸素と前記酸素よりも高圧な高圧水素とを発生させる水電解装置と、前記水電解装置よりも重力方向上方に配設され、前記高圧水素に含まれる水分を分離する気液分離装置と、

前記水電解装置から排出される前記高圧水素を前記気液分離装置に導入する水素導入ラインと、

前記気液分離装置内の水位を検出する水位検出装置と、

前記水電解装置に印加する電流を調整する電流調整装置と、

を備える水電解システムの運転方法であって、

前記水位検出装置により、前記気液分離装置内の水位を検出する工程と、

検出された前記気液分離装置内の水位が規定水位以上であると判断された際、前記水電解装置に印加する電流を規定電流値以下に制限する工程と、

を有することを特徴とする水電解システムの運転方法。

20

**【請求項 3】**

請求項 2 記載の運転方法において、前記水電解装置の温度を検出し、検出された前記水電解装置の温度に基づいて、前記規定電流値を設定することを特徴とする水電解システムの運転方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】**

30

**【0001】**

本発明は、水を電気分解して酸素と前記酸素よりも高圧な高圧水素とを発生させる水電解装置を備える水電解システム及びその運転方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

一般的に、燃料電池の発電反応に使用される燃料ガスとして、水素が使用されている。この水素は、例えば、水電解装置により製造されている。水電解装置は、水を分解して水素（及び酸素）を発生させるため、固体高分子電解質膜（イオン交換膜）を用いている。固体高分子電解質膜の両面には、電極触媒層が設けられて電解質膜・電極構造体が構成されるとともに、前記電解質膜・電極構造体の両側には、給電体を配設して単位セルが構成されている。

40

**【0003】**

そこで、複数の単位セルが積層されたセルユニットには、積層方向両端に電圧が付与されるとともに、アノード側の給電体に水が供給される。このため、電解質膜・電極構造体のアノード側では、水が分解されて水素イオン（プロトン）が生成され、この水素イオンが固体高分子電解質膜を透過してカソード側に移動し、電子と結合して水素が製造される。一方、アノード側では、水素と共に生成された酸素が、余剰の水を伴ってセルユニットから排出される。

**【0004】**

上記の水電解装置では、水分を含んだ水素が製造されており、乾燥状態、例えば、水分

50

量が 5 ppm 以下の水素（以下、ドライ水素ともいう）を得るために、前記水素から水分を除去する必要がある。

【0005】

その際、カソード側に酸素よりも高圧（例えば、1 MPa 以上）の水素が得られる高圧水素製造装置では、高圧水素から水分を除去するための気液分離装置が大型化するという問題がある。

【0006】

そこで、例えば、特許文献 1 に開示されている気液分離装置が知られている。この気液分離装置は、図 5 に示すように、水素導管 1 が接続されている耐圧容器 2 と、前記耐圧容器 2 内の水位を検出する水位センサ 3 と、前記耐圧容器 2 の天井部に接続された水素取出手段 4 としての水素取出導管 4 a と、前記耐圧容器 2 の底部に接続された排水手段 5 としての排水導管 5 a とを備えている。

10

【0007】

水素取出導管 4 a には、第 1 背圧弁 6 が備えられるとともに、前記第 1 背圧弁 6 の下流側に電磁弁 7 が備えられている。排水導管 5 a には、第 2 背圧弁 8 が備えられている。

【0008】

第 1 背圧弁 6 は、例えば、3.5 MPa で開弁するように設定されており、第 2 背圧弁 8 は、前記第 1 背圧弁 6 よりも高圧で、例えば、3.6 MPa で開弁するように設定されている。電磁弁 7 は、水位センサ 3 の検出信号を受けて作動し、前記水位センサ 3 が検出する水位が所定の低水位になったときに開弁し、所定の高水位になったときに閉弁している。

20

【0009】

そして、電磁弁 7 が閉弁されると、水素取出導管 4 a からの高圧水素ガスの取出しが強制的に停止されるため、耐圧容器 2 内の圧力が第 1 背圧弁 6 の設定圧力である 3.5 MPa を超えて高くなっていく。この結果、第 2 背圧弁 8 は、耐圧容器 2 内の圧力がその設定圧力である 3.6 MPa に達する度に開弁し、液体の水が前記第 2 背圧弁 8 を介して排水導管 5 a から断続的に排出されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献 1】特開 2006 - 347779 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

ところで、上記の水電解システムでは、第 2 背圧弁 8 が開弁し、液体の水が前記第 2 背圧弁 8 を通過して排水導管 5 a から排出される際、前記水の圧力が一気に減圧されている。このため、第 2 背圧弁 8 にかかる負荷が大きくなり易く、前記第 2 背圧弁 8 の耐久性が低下するおそれがある。

【0012】

本発明はこの種の問題を解決するものであり、簡単な構成及び工程で、気液分離装置の排水構造を不要にすることができ、効率的な水電解処理を行うことが可能な水電解システム及びその運転方法を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明に係る水電解システムは、水を電気分解して酸素と前記酸素よりも高圧な高圧水素とを発生させる水電解装置と、前記水電解装置よりも重力方向上方に配設され、前記高圧水素に含まれる水分を分離する気液分離装置と、前記水電解装置から排出される前記高圧水素を前記気液分離装置に導入する水素導入ラインと、前記気液分離装置内の水位を検出する水位検出装置と、検出された前記気液分離装置内の水位に基づいて、前記水電解装置に印加する電流を調整する電流調整装置とを備えている。

【0014】

50

また、本発明は、水を電気分解して酸素と前記酸素よりも高圧な高圧水素とを発生させる水電解装置と、前記水電解装置よりも重力方向上方に配設され、前記高圧水素に含まれる水分を分離する気液分離装置と、前記水電解装置から排出される前記高圧水素を前記気液分離装置に導入する水素導入ラインと、前記気液分離装置内の水位を検出する水位検出装置と、前記水電解装置に印加する電流を調整する電流調整装置とを備える水電解システムの運転方法に関するものである。

【0015】

この運転方法は、水位検出装置により、気液分離装置内の水位を検出する工程と、検出された前記気液分離装置内の水位が規定水位以上であると判断された際、水電解装置に印加する電流を規定電流値以下に制限する工程とを有している。

10

【0016】

さらに、この運転方法では、水電解装置の温度を検出し、検出された前記水電解装置の温度に基づいて、規定電流値を設定することが好ましい。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、気液分離装置内の水位が検出され、検出された前記気液分離装置の水位に基づいて、水電解装置に印加する電流が調整されている。水電解装置では、高電流で運転されると、アノード側からカソード側に透過する水分量が、前記カソード側から前記アノード電極に戻される水分量よりも多くなる。一方、一定の電流以下の低電流で運転されると、アノード側からカソード側に透過する水分量よりも、前記カソード側の水が低圧側である前記アノード側に戻される水分量が多くなる現象が惹起されている。

20

【0018】

このため、検出された気液分離装置内の水位が規定水位以上であると判断された際には、水電解装置に印加する電流を規定電流値以下に制限することにより、戻り水分量が透過水分量よりも多くなって、実質的にカソード側の水がアノード側に戻される。

【0019】

従って、気液分離装置内の水位の制御が可能になるため、前記気液分離装置に特別な排水構造を設ける必要がない。これにより、簡単な構成及び工程で、気液分離装置の排水構造を不要にすることができ、効率的な水電解処理を行うことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

30

【0020】

【図1】本発明に係る水電解システムの概略構成説明図である。

【図2】水透過量及び温度と電解電流との関係説明図である。

【図3】本発明の第1の実施形態に係る運転方法におけるタイミングチャートである。

【図4】本発明の第2の実施形態に係る運転方法におけるタイミングチャートである。

【図5】特許文献1に開示されている気液分離装置の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

図1に示すように、本発明の実施形態に係る水電解システム10は、水（純水）を電気分解することによって酸素及び高圧水素（常圧である酸素圧力よりも高圧、例えば、1 MPa ~ 70 MPaの水素）を製造する差圧式水電解装置（高圧水素製造装置）12と、前記水電解装置12から排出される前記酸素及び余剰の水を分離し、前記水を貯留する水貯留装置14と、前記水貯留装置14に貯留される前記水を、前記水電解装置12に循環させる水循環装置16と、前記水貯留装置14に市水から生成された純水を供給する水供給装置18と、前記水電解装置12から水素導入ライン20に導出される前記高圧水素に含まれる水分を除去する気液分離装置22と、前記気液分離装置22から水が分離された前記高圧水素を導出する高圧水素導出ライン24と、コントローラ（制御装置）28とを備える。

40

【0022】

水電解装置12は、複数の単位セル30を積層したセルユニットを備える。単位セル3

50

0の積層方向一端には、ターミナルプレート32a、絶縁プレート34a及びエンドプレート36aが外方に向かって、順次、配設される。単位セル30の積層方向他端には、同様にターミナルプレート32b、絶縁プレート34b及びエンドプレート36bが外方に向かって、順次、配設される。エンドプレート36a、36b間は、一体的に締め付け保持される。

**【0023】**

ターミナルプレート32a、32bの側部には、端子部38a、38bが外方に突出して設けられる。端子部38a、38bは、配線39a、39bを介して直流可変電源40に電氣的に接続される。直流可変電源40及びコントローラ28により、水電解装置12に印加する電解電流を調整する電流調整装置が構成される。

10

**【0024】**

単位セル30は、円盤状の電解質膜・電極構造体42と、この電解質膜・電極構造体42を挟持するアノード側セパレータ44及びカソード側セパレータ46とを備える。アノード側セパレータ44及びカソード側セパレータ46は、円盤状を有する。

**【0025】**

電解質膜・電極構造体42は、例えば、パーフルオロスルホン酸の薄膜に水が含浸された固体高分子電解質膜48と、前記固体高分子電解質膜48の両面に設けられるアノード側給電体50及びカソード側給電体52とを備える。

**【0026】**

固体高分子電解質膜48の両面には、アノード電極触媒層50a及びカソード電極触媒層52aが形成される。アノード電極触媒層50aは、例えば、Ru(ルテニウム)系触媒を使用する一方、カソード電極触媒層52aは、例えば、白金触媒を使用する。

20

**【0027】**

単位セル30の外周縁部には、積層方向に互いに連通して、水(純水)を供給するための水供給連通孔56と、反応により生成された酸素及び未反応の水(混合流体)を排出するための排出連通孔58と、反応により生成された水素を流すための水素連通孔60とが設けられる。

**【0028】**

アノード側セパレータ44の電解質膜・電極構造体42に対向する面には、水供給連通孔56及び排出連通孔58に連通する第1流路64が設けられる。この第1流路64は、アノード側給電体50の表面積に対応する範囲内に設けられるとともに、複数の流路溝や複数のエンボス等で構成される。第1流路64には、反応により生成された酸素及び未反応の水が流通する。

30

**【0029】**

カソード側セパレータ46の電解質膜・電極構造体42に向かう面には、水素連通孔60に連通する第2流路68が形成される。この第2流路68は、カソード側給電体52の表面積に対応する範囲内に設けられるとともに、複数の流路溝や複数のエンボス等で構成される。第2流路68には、反応により生成された高圧水素が流通する。

**【0030】**

水循環装置16は、水電解装置12の水供給連通孔56に連通する循環配管72を備え、この循環配管72は、循環ポンプ74及びイオン交換器76を配置して水貯留装置14を構成するタンク部78の底部に接続される。

40

**【0031】**

タンク部78の上部には、戻り配管80の一端部が連通するとともに、前記戻り配管80の他端は、水電解装置12の排出連通孔58に連通する。戻り配管80の一端部は、タンク部78内に貯留される水の中で、常時、開口する位置に設定される。

**【0032】**

タンク部78には、水供給装置18に接続された純水供給配管84と、前記タンク部78で純水から分離された酸素を排出するための酸素排気配管86とが連結される。

**【0033】**

50

水電解装置 12 の水素連通孔 60 には、水素導入ライン 20 の一端が接続され、この水素導入ライン 20 の他端が気液分離装置 22 の底部に接続される。気液分離装置 22 は、水電解装置 12 よりも重力方向上方に配設される。より具体的には、気液分離装置 22 の下端位置（タンク部 88 の底面）は、水電解装置 12 の上端位置（エンドプレート 36a の上面）よりも上方に配置される。

【0034】

気液分離装置 22 は、水を貯留するためのタンク部 88 を備える。タンク部 88 には、前記タンク部 88 内の水位 WS が下限水位閾値 L から上限水位閾値（規定水位）H までの間であるか否かを検出する水位検出センサ（水位検出装置）90 が設けられる。水位検出センサ 90 の検出信号は、コントローラ 28 に入力されるとともに、前記コントローラ 28 には、水電解装置 12 の運転温度が、前記水電解装置 12 に装着された温度検出センサ 92 から入力される。

10

【0035】

気液分離装置 22 で水分が除去された高圧水素は、ドライ水素として高圧水素導出ライン 24 に導出される。高圧水素導出ライン 24 には、設定圧力値（例えば、3.5 MPa）に設定された背圧弁 94 が設けられる。

【0036】

このように構成される水電解システム 10 の動作について、以下に説明する。

【0037】

先ず、水電解システム 10 の始動時には、水供給装置 18 を介して市水から生成された純水が、水貯留装置 14 を構成するタンク部 78 に供給される。

20

【0038】

水循環装置 16 では、循環ポンプ 74 の作用下に、タンク部 78 内の水が循環配管 72 を介して水電解装置 12 の水供給連通孔 56 に供給される。一方、ターミナルプレート 32a、32b の端子部 38a、38b には、電氣的に接続されている直流可変電源 40 を介して電圧が付与される。

【0039】

このため、各単位セル 30 では、水供給連通孔 56 からアノード側セパレータ 44 の第 1 流路 64 に水が供給され、この水がアノード側給電体 50 内に沿って移動する。

【0040】

従って、水は、アノード電極触媒層 50a で電気により分解され、水素イオン、電子及び酸素が生成される。この陽極反応により生成された水素イオンは、固体高分子電解質膜 48 を透過してカソード電極触媒層 52a 側に移動し、電子と結合して水素が得られる。

30

【0041】

これにより、カソード側セパレータ 46 とカソード側給電体 52 との間に形成される第 2 流路 68 に沿って水素が流動する。この水素は、水供給連通孔 56 よりも高圧に維持されており、水素連通孔 60 を流れて水電解装置 12 の外部に取り出し可能となる。

【0042】

一方、第 1 流路 64 には、反応により生成した酸素と、未反応の水とが流動しており、これらの混合流体が排出連通孔 58 に沿って水循環装置 16 の戻り配管 80 に排出される。この未反応の水及び酸素は、タンク部 78 に導入されて分離された後、水は、循環ポンプ 74 を介して循環配管 72 からイオン交換器 76 を通って水供給連通孔 56 に導入される。水から分離された酸素は、酸素排気配管 86 から外部に排出される。

40

【0043】

水電解装置 12 内に生成された水素は、水素導入ライン 20 を介して気液分離装置 22 に送られる。この気液分離装置 22 では、アノード側からカソード側に透過して水素に含まれる水蒸気（水分）が、この水素から分離されてタンク部 88 に貯留される一方、前記水素は、高圧水素導出ライン 24 に導出される。

【0044】

その際、水電解装置 12 では、単位セル 30 における電解時のアノード側からカソード

50

側への水透過量が、該電解時の電解電流及び運転温度から求められる。すなわち、図 2 に示すように、電解電流  $c$  (A) が大きくなる程、水透過量  $b$  (cc/min) が増加する一方、運転温度  $a$  ( ) が高くなる程、前記水透過量  $b$  (cc/min) が減少する特性を有している。

【0045】

そこで、図 3 に示すように、運転時のタンク部 88 内の水位  $WS$  と水電解装置 12 の運転温度とに基づいて、電解電流が決定される。具体的には、気液分離装置 22 では、タンク部 88 内の水位  $WS$  が水位検出センサ 90 により検出されている。コントローラ 28 は、水位  $WS$  が下限水位閾値  $L$  から上限水位閾値  $H$  までの間であると判断した際、規定電流値の電解電流による運転を行う。

10

【0046】

次いで、コントローラ 28 は、水位  $WS$  が上限水位閾値  $H$  を超えると判断した際、電解電流を規定電流値以下に制限する。このため、水電解装置 12 では、アノード側からカソード側に透過する水分量が減少され、この透過する水分量が前記カソード側から前記アノード側に戻される水分量よりも少なくなり、実質的に該カソード側から該アノード側に水が戻される。これに伴って、水電解装置 12 よりも重力方向上方に配置されている気液分離装置 22 のタンク部 88 から前記水電解装置 12 に水が戻される。従って、タンク部 88 の水位  $WS$  が低下し、この水位  $WS$  が下限水位閾値  $L$  に至る際、電解電流が規定電流値まで上げられる。これにより、カソード側からアノード側への水の戻りが抑制され、前記タンク部 88 への水の供給を促進される。

20

【0047】

また、水電解装置 12 の運転温度が高くなる際には、アノード側からカソード側への水透過量が減少する。このため、水電解装置 12 では、運転温度が高くなる程、規定電流値の電解電流での運転時間が長く設定されている。

【0048】

このように、第 1 の実施形態では、気液分離装置 22 内の水位  $WS$  が検出され、検出された前記気液分離装置 22 の水位に基づいて、水電解装置 12 に印加する電解電流が調整されている。

【0049】

このため、電解電流を調整するだけで、気液分離装置 22 内の水位  $WS$  の制御が可能になるため、前記気液分離装置 22 に特別な排水構造を設ける必要がない。これにより、簡単な構成及び工程で、気液分離装置 22 の排水構造を不要にすることができ、効率的な水電解処理を行うことが可能になるという効果が得られる。

30

【0050】

図 4 は、本発明の第 2 の実施形態に係る運転方法を説明するタイミングチャートである。

【0051】

第 1 の実施形態では、図 3 に示すように、電解電流が間欠運転制御されているのに対し、第 2 の実施形態では、水位  $WS$  を一定の水位制御値に維持するように、連続的な微小制御が行われている。

40

【0052】

従って、第 2 の実施形態では、電解電流を制御するだけでよく、簡単な構成及び工程で、専用の排水構造を不要にすることができる等、上記の第 1 の実施形態と同様の効果が得られる。

【符号の説明】

【0053】

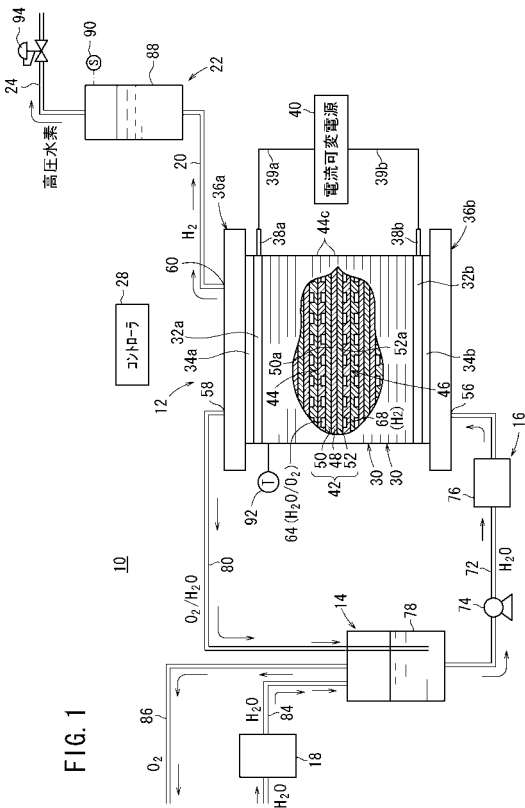
10 ... 水電解システム	12 ... 水電解装置
14 ... 水貯留装置	16 ... 水循環装置
18 ... 水供給装置	20 ... 水素導入ライン
22 ... 気液分離装置	24 ... 高圧水素導出ライン

50

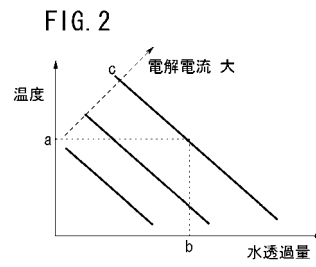
- 28 ... コントローラ
- 42 ... 電解質膜・電極構造体
- 46 ... カソード側セパレータ
- 50 ... アノード側給電体
- 56 ... 水供給連通孔
- 60 ... 水素連通孔
- 78、88 ... タンク部
- 92 ... 温度検出センサ

- 30 ... 単位セル
- 44 ... アノード側セパレータ
- 48 ... 固体高分子電解質膜
- 52 ... カソード側給電体
- 58 ... 排出連通孔
- 64、68 ... 流路
- 90 ... 水位検出センサ

【 図 1 】

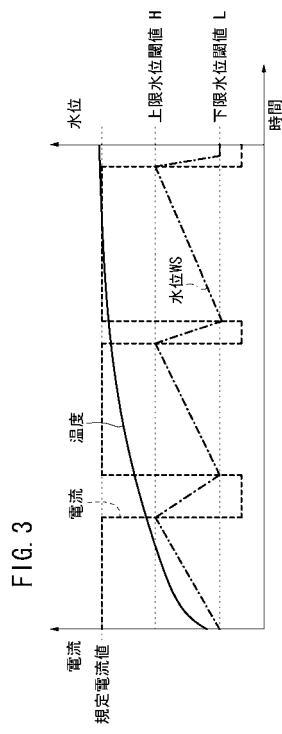


【 図 2 】

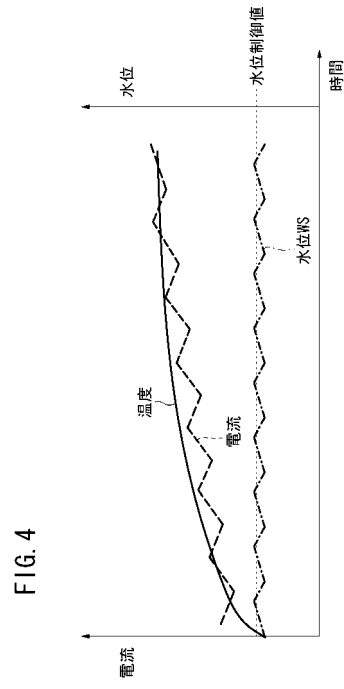




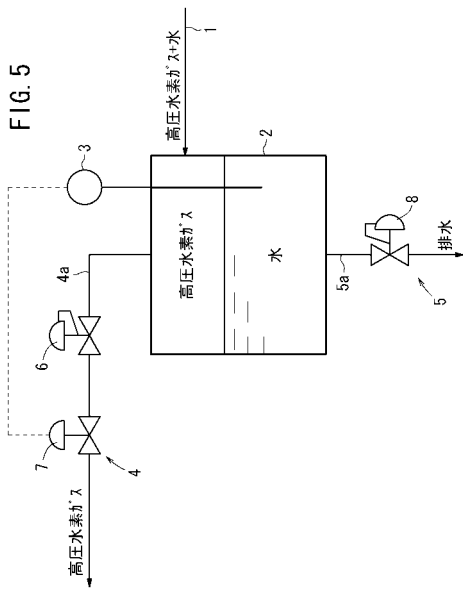
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(72)発明者 岡部 昌規

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

Fターム(参考) 4K021 AA01 BA02 BC04 CA06 CA08 CA10 CA11 DC03