

(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2020-173972

(P2020-173972A)

(43) 公開日 令和2年10月22日(2020.10.22)

(51) Int.Cl.			F I	テーマコード (参考)	
HO 1 M	8/0656	(2016.01)	HO 1 M	8/0656	5 H 1 2 6
HO 2 J	15/00	(2006.01)	HO 2 J	15/00	G 5 H 1 2 7
HO 1 M	8/0432	(2016.01)	HO 1 M	8/0432	
HO 1 M	8/0438	(2016.01)	HO 1 M	8/0438	
HO 1 M	8/04701	(2016.01)	HO 1 M	8/04701	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2019-75095 (P2019-75095)
 (22) 出願日 平成31年4月10日 (2019.4.10)

(71) 出願人 000002299
 清水建設株式会社
 東京都中央区京橋二丁目16番1号
 301021533
 国立研究開発法人産業技術総合研究所
 東京都千代田区霞が関1-3-1
 (74) 代理人 100149548
 弁理士 松沼 泰史
 (74) 代理人 100161506
 弁理士 川淵 健一
 (74) 代理人 100161207
 弁理士 西澤 和純
 (72) 発明者 野津 剛
 東京都中央区京橋二丁目16番1号 清水建設株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水素利用電力供給システム及び水素利用電力供給方法

(57) 【要約】

【課題】システムの各部を有効に温度管理できる水素利用電力供給システムを提供する。

【解決手段】再生可能エネルギーによって得られる電源または商用電源からの電力により電解槽に蓄積された水を電気分解して水素を製造する水素製造装置14と、製造された水素を水素吸蔵合金が封入された合金タンク23に貯蔵する水素貯蔵装置15と、水素貯蔵装置15に貯蔵された水素を用いて発電する燃料電池16と、冷却装置18と、制御装置20を備える。制御装置20は、電解槽21、合金タンク23、燃料電池16のいずれかの温度が基準温度を越えたか否かを判定し、基準温度を越えた場合に、基準温度を越えた前記電解槽21、合金タンク23、燃料電池16のいずれかを対象として、冷却装置18によって放熱させる。

【選択図】 図1

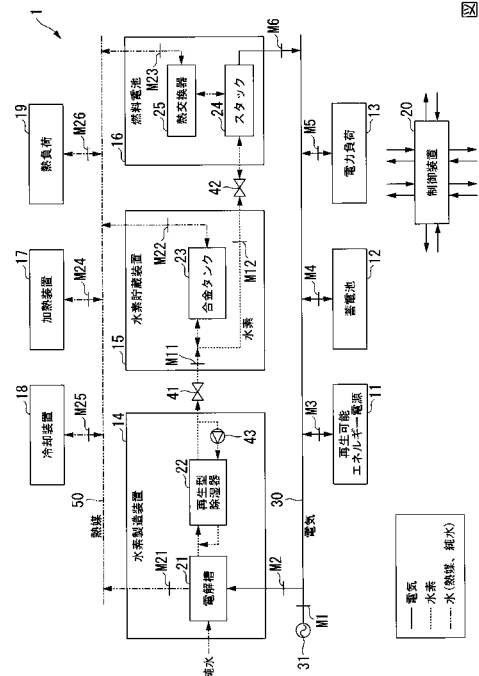


図1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

負荷に対して供給する少なくとも一部の電力として水素を利用して発電された電力を供給する水素利用電力供給システムであって、

再生可能エネルギーによって得られる電源または商用電源からの電力により電解槽に蓄積された水を電気分解して水素を製造する水素製造装置と、

前記製造された水素を水素吸蔵合金が封入された合金タンクに貯蔵する水素貯蔵装置と

、
前記水素貯蔵装置に貯蔵された水素を用いて発電する燃料電池と、
冷却装置と、

前記電解槽、前記合金タンク、前記燃料電池のいずれかの温度または圧力が基準温度または基準圧力を越えたか否かを判定し、基準温度または基準圧力を越えた場合に、前記基準温度または基準圧力を越えた前記電解槽、前記合金タンク、前記燃料電池のいずれかを対象として前記冷却装置によって冷却させる制御装置と、

を有する水素利用電力供給システム。

【請求項 2】

前記水素利用電力供給システムは、加熱装置をさらに有し、

前記制御装置は、前記合金タンクから水素を放出する場合に、前記加熱装置または燃料電池の排熱によって前記合金タンクを加熱する

請求項 1 記載の水素利用電力供給システム。

【請求項 3】

前記水素利用電力供給システムは、

建物設備との熱交換が可能な熱負荷装置を有し、

前記制御装置は、前記熱負荷装置との熱交換によって、前記電解槽、前記合金タンク、前記燃料電池のいずれかを対象として加熱または冷却する、

請求項 1 または請求項 2 記載の水素利用電力供給システム。

【請求項 4】

前記水素利用電力供給システムは、電力を充放電する蓄電池を有し、

前記制御装置は、建物の電力需要に応じて、再生可能エネルギー電源から前記建物内の負荷設備への電力供給または再生可能エネルギー電源から供給される電力の充電の制御をする

請求項 1 から請求項 3 記載のうちいずれか 1 項に記載の水素利用電力供給システム。

【請求項 5】

前記水素利用電力供給システムは、前記水素製造装置に複数ラインの前記再生型除湿器を有し、電解槽から生成される水素ガスの水分を除湿するとともに、除湿器の加熱再生時には再生する除湿器とは異なる除湿器であって再生済みの除湿器に切り替えて水素を除湿する、

請求項 1 から請求項 4 記載のうちいずれか 1 項に記載の水素利用電力供給システム。

【請求項 6】

負荷に対して供給する少なくとも一部の電力として水素を利用して発電された電力を供給する水素利用電力供給方法であって、

再生可能エネルギーによって得られる電源または商用電源からの電力により電解槽に蓄積された水を電気分解して水素を製造する工程と、

前記製造された水素を水素吸蔵合金が封入された合金タンクに貯蔵する工程と、

前記貯蔵された水素を用いて燃料電池で発電する工程と、

前記電解槽、前記合金タンク、前記燃料電池のいずれかの温度または圧力が基準温度または基準圧力を越えたか否かを判定し、基準温度または基準圧力を越えた場合に、前記基準温度または基準圧力を越えた前記電解槽、前記合金タンク、前記燃料電池のいずれかを対象として冷却装置によって冷却させる工程と、

を有する水素利用電力供給方法。

10

20

30

40

50

【請求項 7】

前記合金タンクの圧力が基準圧力を下回ったか否かを判定し、基準圧力を下回った場合に、前記合金タンクを加熱装置または燃料電池の排熱によって加熱させる工程とを有する請求項 6 に記載の水素利用電力供給方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水素利用電力供給システム及び水素利用電力供給方法に関する。

【背景技術】

【0002】

2014年4月に閣議決定されたエネルギー基本計画において、水素を日常の生活や産業活動で利活用する「水素社会」の実現に向け取り組みを加速することが定められ、国や東京都では2020年東京五輪での水素の積極活用、その後の水素社会普及に向けた動きが活発化している。2012年7月の再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT）の導入は、非住宅用の太陽光発電市場（公共・産業分野）を大きく変えることとなった。JPEA PV OUTLOOK 2030によると、国内総出荷に占める非住宅用の割合は、2012年度で（国内総出荷量3.8GWに対し）50%、2013年度で（同8.4GWに対し）73%、2014年度上半期で（上期国内総出荷量4.3GWに対し）77%と大幅に伸張している。

【0003】

太陽光発電の大量の設備認定量に伴い、それらが全て稼動した場合、電力需要の小さい軽負荷期に太陽光発電の供給電力量が需要電力量を上回る懸念が出てきたため、指定電気事業者において「無制限・無補償の出力抑制」を条件として系統接続を行うこととなった。今後、更なる太陽光発電の系統接続量の増加に伴い、電力需給調整を目的とした出力抑制実施は現実のものとなる。

【0004】

出力抑制が実施されると、その分の再生可能エネルギーは捨てられてしまうため、エネルギーの効率的な利用という観点から見ると、蓄電池等を用いて捨てる分のエネルギー（以下、余剰電力と呼ぶ）は貯蔵しておくことが望ましい。余剰電力の貯蔵手段として、近年注目されているのが水素である。蓄電池による貯蔵に比べると、電気から水素への変換、また水素から電気への変換に伴う効率低下が大きいというデメリットはあるが、大容量、長期的なエネルギー貯蔵に適している。なお、電力を使用して水素を製造・貯蔵・利用（発電）するシステムとしては、例えば特許文献1及び特許文献2に記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】国際公開第2017/013751号

【特許文献2】特開2003-061251号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

余剰水素をコンパクトかつ安全に貯蔵するために、水素吸蔵合金を利用することも挙げられている。しかしながら、一般的な水素吸蔵合金は着火すると燃えるため、消防法上の危険物に該当する。そこで、消防法上の危険物に該当しない水素吸蔵合金として、チタン・鉄系の水素吸蔵合金を用いることが考えられる。ところが、チタン・鉄系の水素吸蔵合金では、PCT（Pressure Composition Temperature）線図上で圧力がプラトーになる領域が少なく、また吸放出時の圧力ヒステリシスも大きい。このため、省エネルギーで水素の吸放出を行うためには、広い温度帯の管理と熱の有効利用が必要となる。

【0007】

上述の課題を鑑み、本発明は、システムの各部を有効に温度管理できる水素利用電力供

10

20

30

40

50

給システム及び水素利用電力供給方法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】

【0008】

本発明の一態様に係る水素利用電力供給システムは、負荷に対して供給する少なくとも一部の電力として水素を利用して発電された電力を供給する水素利用電力供給システムであって、再生可能エネルギーによって得られる電源または商用電源からの電力により電解槽に蓄積された水を電気分解して水素を製造する水素製造装置と、前記製造された水素を水素吸蔵合金が封入された合金タンクに貯蔵する水素貯蔵装置と、前記水素貯蔵装置に貯蔵された水素を用いて発電する燃料電池と、冷却装置と、前記電解槽、前記合金タンク、前記燃料電池のいずれかの温度または圧力が基準温度または基準圧力を越えたか否かを判定し、基準温度または基準圧力を越えた場合に、前記基準温度または基準圧力を越えた前記電解槽、前記合金タンク、前記燃料電池のいずれかを対象として前記冷却装置によって冷却させる制御装置とを有する。

10

【0009】

本発明の一態様に係る水素利用電力供給方法は、負荷に対して供給する少なくとも一部の電力として水素を利用して発電された電力を供給する水素利用電力供給方法であって、再生可能エネルギーによって得られる電源または商用電源からの電力により電解槽に蓄積された水を電気分解して水素を製造する工程と、前記製造された水素を水素吸蔵合金が封入された合金タンクに貯蔵する工程と、前記貯蔵された水素を用いて燃料電池で発電する工程と、前記電解槽、前記合金タンク、前記燃料電池のいずれかの温度または圧力が基準温度または基準圧力を越えたか否かを判定し、基準温度または基準圧力を越えた場合に、前記基準温度または基準圧力を越えた前記電解槽、前記合金タンク、前記燃料電池のいずれかを対象として冷却装置によって冷却させる工程とを有する。

20

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、電解槽、水素吸蔵合金、燃料電池等、各部の温度を冷却装置によって放熱して冷却できる。これにより、システムの各部を有効に温度管理できる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施形態に係る水素利用システムの構成の概要を示すブロック図である。

30

【図2】チタン・鉄系の水素吸蔵合金の一例のPCT線図である。

【図3A】本発明の実施形態に係る水素利用システムにおける冷却装置の運転の説明図である。

【図3B】本発明の実施形態に係る水素利用システムにおける加熱装置の運転の説明図である。

【図4】本発明の実施形態に係る水素利用システムにおける運転計画立案処理を示すフローチャートである。

【図5】本発明の実施形態に係る水素利用システムの全体における運転制御の概要を示すフローチャートである。

40

【図6A】本発明の実施形態に係る水素利用システムにおける水素製造処理および水素貯蔵処理を説明するフローチャートである。

【図6B】水素製造停止処理を説明するフローチャートである。

【図7A】本発明の実施形態に係る水素利用システムにおける水素放出処理及び水素発電処理を説明するフローチャートである。

【図7B】水素発電停止処理を説明するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の実施形態に係る水素利用システム1の構成の概要を示すブロック図である。

50

【0013】

図1に示すように、本発明の実施形態に係る水素利用システム1は、再生可能エネルギー電源11と、蓄電池12と、電力負荷13と、水素製造装置14と、水素貯蔵装置15と、燃料電池16と、加熱装置17と、冷却装置18と、熱負荷19と、制御装置20とから構成される。

【0014】

再生可能エネルギー電源11は、太陽光発電や風力発電等の再生可能エネルギーを用いて発電を行う。蓄電池12は、電力の充放電を行い、再生可能エネルギー電源11の不安定な発電量の変動成分を補う。電力負荷13は、照明機器、空調機器、各種電気・電子機器等、電力を消費して利用する建物内の負荷設備である。

10

【0015】

水素製造装置14は、再生可能エネルギー電源11や商用電源31から水素を製造する。水素製造装置14としては、例えば固体高分子(PEM)形水電解により水素を製造するものが用いられる。固体高分子形水電解は、高温で電解しやすく、電解効率が高く、起動停止が容易であるという特徴がある。水素製造装置14は、電解槽21と再生型除湿器22を備えている。電解槽21には純水が蓄積されている。電解槽21では、固体高分子電解質膜を水素イオンが移動して水が電気分解され、水素が生成される。本実施形態では、高圧ガス適用除外となる0.9MPaG以下の圧力で電解を行い、電解電流は再生可能エネルギーの発電量に合わせてコントロール可能としている。生成した水素ガスに含まれる水分は、再生型除湿器22により除去される。また、再生型除湿器22は、除湿剤の加熱再生時に発生する高湿な水素ガスを再利用することで、定常運転時の水素排出を極力削減するようにしている。また、電解槽21の排熱は、熱媒路50に回収され、巡回されて、熱源として利用される。

20

【0016】

水素貯蔵装置15は、水素吸蔵合金を用いて水素を貯蔵する。水素貯蔵装置15は、水素吸蔵合金が封入された合金タンク23を備えている。水素吸蔵合金としては、例えばチタン・鉄系合金等、消防法上の危険物に該当しない合金であればよく、チタン・鉄系合金以外の合金を用いるようにしてもよい。また、合金タンク23は、高圧ガス保安法の適用除外となる圧力0.9MPaG以下での運用が可能とされている。水素吸蔵合金の特性は、PCT線図で示される。図2は、チタン・鉄系の水素吸蔵合金の一例のPCT線図である。図2において、横軸は水素組成(水素原子Hと金属原子Mの比)を示し、縦軸は平衡水素圧を示す。図2に示すように、チタン・鉄系の水素吸蔵合金では、PCT線図上で圧力がプラトーになる領域が少なく、また吸放出時の圧力ヒステリシスも大きい。合金タンク23の冷却や加温は、熱媒路50からの熱媒を使って行われる。この例では、合金タンク23は、吸蔵時には摂氏20度程度まで冷却し、放出時には摂氏60度程度まで加温し、その温度帯域が20~60となるように、合金組成の調整を行う。

30

【0017】

燃料電池16は、水素を利用して発電を行う。燃料電池16としては、例えば固体高分子形燃料電池(PEFC)が用いられる。固体高分子形燃料電池は、起動停止が容易で、変動する建物の電力需要に対応しやすいという特徴がある。燃料電池16は、スタック24と熱交換器25とを有する。スタック24では、水素貯蔵装置15から送られてきた水素により電力が生成される。また、燃料電池16の発電時に得られる熱は、熱交換器25により熱媒路50に回収され、建物内の熱負荷19に供給されるとともに、その一部は水素貯蔵装置15に供給され、合金タンク23が加温される。これにより、水素が放出され、合金タンク23から発電に必要な水素を安定かつ継続的に取得できる。

40

【0018】

加熱装置17は、装置の各部の加熱を行う熱源である。また、水素貯蔵装置15の合金タンク23での水素の放出では、加熱装置17を用いて熱媒路50を巡回して合金タンク23に送られる熱媒の加温が行われる。冷却装置18は、システム内の各部を冷却する。熱負荷19は、給湯器や空調器等、熱を負荷として消費する建物内の設備である。

50

【 0 0 1 9 】

商用電源 3 1 からの電力線 3 0 には、再生可能エネルギー電源 1 1、蓄電池 1 2、電力負荷 1 3、水素製造装置 1 4、及び燃料電池 1 6 が接続されている。商用電源 3 1 の入り口には、計測器 M 1 が設けられる。水素製造装置 1 4 の入り口には、計測器 M 2 が設けられる。再生可能エネルギー電源 1 1 の入り口には、計測器 M 3 が設けられる。蓄電池 1 2 の入り口には、計測器 M 4 が設けられる。電力負荷 1 3 の入り口には、計測器 M 5 が設けられる。燃料電池 1 6 の出口には、計測器 M 6 が設けられる。これらの計測器 M 1 ~ M 6 は、電流、電圧、電力、積算電力等を監視する計測器である。これらの計測器 M 1 ~ M 6 の計測値は、制御装置 2 0 に送られる。

【 0 0 2 0 】

水素製造装置 1 4 と水素貯蔵装置 1 5 との間の水素の供給パイプには、水素放出弁 4 1 が設けられる。また、水素貯蔵装置 1 5 と燃料電池 1 6 との間の水素の供給パイプには、水素放出弁 4 2 が設けられる。水素放出弁 4 1 及び 4 2 の開閉は、制御装置 2 0 により制御できる。また、水素製造装置 1 4 には、再生型除湿器 2 2 に水素ガスを戻すポンプ 4 3 が設けられる。ポンプ 4 3 は、制御装置 2 0 により制御できる。また、水素製造装置 1 4 の水素の入り口側には、計測器 M 1 1 が設けられる。また、水素貯蔵装置 1 5 の水素の出口側には、計測器 M 1 2 が設けられる。計測器 M 1 1 及び M 1 2 は、水素量や水素圧を監視する計測器である。これらの計測器 M 1 1 及び M 1 2 の計測値は、制御装置 2 0 に送られる。

【 0 0 2 1 】

水素製造装置 1 4、水素貯蔵装置 1 5、及び燃料電池 1 6 等、水素利用システム 1 の各部の温度を調整するために、熱媒路 5 0 が設けられる。熱媒路 5 0 には、熱媒として温水や冷水が循環される。水素製造装置 1 4 の電解槽 2 1 の熱媒の温度は、計測器 M 2 1 で計測される。水素貯蔵装置 1 5 の合金タンク 2 3 の熱媒の温度は、計測器 M 2 2 で計測される。燃料電池 1 6 の熱交換器 2 5 の熱媒の温度は、計測器 M 2 3 で計測される。加熱装置 1 7 の熱媒の温度は、計測器 M 2 4 で計測される。冷却装置 1 8 の熱媒の温度は、計測器 M 2 5 で計測される。熱負荷 1 9 の熱媒の温度は、計測器 M 2 6 で計測される。これらの計測器 M 2 1 ~ M 2 6 の計測値は、制御装置 2 0 に送られる。また、冷却装置 1 8 の動作による冷却の設定、水素製造装置 1 4 での電解電流の設定、加熱装置 1 7 の設定による水素貯蔵装置 1 5 での水素の吸蔵や放出、及び燃料電池 1 6 の発電量の設定は、制御装置 2 0 により、前日に立案された運転計に基づいて、あるいはリアルタイムに制御できる。

【 0 0 2 2 】

制御装置 2 0 は、各状態において、計測器の計測値に応じて、以下のような制御を行う。

【 0 0 2 3 】

水素製造装置 1 4 の起動処理を行う際には、制御装置 2 0 は、起動時間の短縮および除湿性能を高めるために、水素圧力 1 M P a 以下で、できるだけ圧力が高くなるように、電解槽 2 1 に電解電流を設定する。そして、制御装置 2 0 は、水素放出弁 4 1 が開状態になる前に、ライン運転を稼働し、熱交換を開始し、合金タンク 2 3 を冷却し、水素を吸着できるようにしておく。そして、制御装置 2 0 は、水素放出弁 4 1 が開状態になったら、電解電流を出力計画値に設定して、電解槽 2 1 から水素を生成させる。

【 0 0 2 4 】

水素製造装置 1 4 の除湿器の再生運転を行う際には、制御装置 2 0 は、再生型除湿器 2 2 の累積運転時間を計測する。そして、制御装置 2 0 は、再生型除湿器 2 2 の累積運転時間が所定の時間を越えたら、もう一方の再生済み除湿器のラインに切り替えて、生成した水素ガスの除湿を行う。そして、制御装置 2 0 は、ポンプ 4 3 を稼働させて、ヒータにより再生する除湿剤を加熱して再生する。そして、制御装置 2 0 は、再生が完了したら、ポンプ 4 3 を停止させる。また、制御装置 2 0 は、複数ある除湿器のうち、ある除湿器について加熱再生をしている場合において水素ガスの除湿をする場合には、再生中の除湿器とは異なる除湿器のうち、再生済みの除湿器に切り替えることで、水素ガスの除湿をする。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 5 】

燃料電池 1 6 の起動処理を行う際には、制御装置 2 0 は、水素貯蔵装置 1 5 のライン運転を稼働して、合金タンク 2 3 を加温して、水素を放出させる。そして、制御装置 2 0 は、水素放出弁 4 2 を開状態にして、燃料電池 1 6 を起動させる。そして、制御装置 2 0 は、有効電力出力指令を出力計画値に設定して、燃料電池 1 6 から計画値の電源を出力させる。

【 0 0 2 6 】

冷却装置 1 8 の起動・停止を行う際には、制御装置 2 0 は、計測器 M 2 3 により、燃料電池 1 6 の入り口の熱媒の温度を監視し、あるいは、計測器 M 2 1 により、電解槽 2 1 の熱媒の温度を監視し、熱媒の温度が所定の温度を越えたら、冷却装置 1 8 を起動して、冷却を行う。また、燃料電池 1 6 の熱媒の温度、あるいは、電解槽 2 1 の熱媒の温度が所定の温度を下回った時には、冷却装置 1 8 を停止する。

10

【 0 0 2 7 】

図 3 A は、本発明の実施形態に係る水素利用システムにおける冷却装置 1 8 の運転の説明図である。図 3 A において、横軸は燃料電池 1 6 の入り口の熱媒の温度あるいは電解槽 2 1 の熱媒の温度あるいは合金タンク 2 3 のタンク圧力を示し、縦軸は、冷却装置 1 8 の設定状態 (ON または OFF) を示す。図 3 A に示すように、冷却装置 1 8 の起動開始時の温度または圧力は冷却装置 1 8 の停止時の温度または圧力より高く設定されており、冷却装置 1 8 の起動開始時の温度または圧力と冷却装置 1 8 の停止時の温度または圧力とで、ヒステリシス特性を持つようにしている。

20

図 3 B は、本発明の実施形態に係る水素利用システムにおける加熱装置 1 7 の運転の説明図である。図 3 B において、横軸は合金タンク 2 3 のタンク圧力を示し、縦軸は、加熱装置 1 7 の設定状態 (ON または OFF) を示す。図 3 B に示すように、加熱装置 1 7 の起動開始時の合金タンク 2 3 のタンク圧力は加熱装置 1 7 の停止時のタンク圧力より低く設定されており、加熱装置 1 7 の起動開始時の圧力と加熱装置 1 7 の停止時の圧力とで、ヒステリシス特性を持つようにしている。

【 0 0 2 8 】

合金タンク 2 3 の吸蔵時には、制御装置 2 0 は、合金タンク 2 3 の入り口温度を計測器 M 2 2 で監視し、所定の温度を越えたら、冷却装置 1 8 を起動して、冷却を行う。また、合金タンク 2 3 の熱媒の温度が所定の温度を下回った時には、制御装置 2 0 は冷却装置 1 8 を停止する。

30

【 0 0 2 9 】

また、合金タンク 2 3 の放出時には、制御装置 2 0 は、合金タンク 2 3 の入り口温度を計測器 M 2 2 で監視し、所定の温度を下回ったら、加熱装置 1 7 を起動して、加温を行う。また、合金タンク 2 3 の熱媒の温度が所定の温度を上回った時には、制御装置 2 0 は、加熱装置 1 7 を停止し、さらに、冷却装置 1 8 を起動して冷却する。

また、制御装置 2 0 は、建物の電力需要に応じて、再生可能エネルギー電源から建物内の負荷設備への電力供給または再生可能エネルギー電源から供給される電力の充電の制御をする。例えば、制御装置 2 0 は、再生可能エネルギー電源 1 1 の発電量が、建物内の負荷設備の電力需要に対して変動が生じたとしても、蓄電池 1 2 から放電または充電することで、再生可能エネルギー電源 1 1 の発電量の変動成分を補うことができる。

40

【 0 0 3 0 】

次に、本発明の実施形態に係る水素利用システム 1 でのエネルギー管理について説明する。本発明の実施形態に係る水素利用システム 1 では、翌日についての再生可能エネルギーに基づく電力発電量と需要予測とを、前日に行って運転計画を立案する。運転計画は、前日行っているので、実際に当日になったときには、天候が予想通りにはならなかった場合には、太陽光・風力等の発電が計画通りにならなかつたり、あるいは電力需要予測をしたが、電力需要が予想通りにはならない場合がある。予想との誤差に対処するために、リアルタイム制御が行われる。なお、本実施形態では、建物のエネルギー管理システムであるスマート B E M S (Building Energy Management System) を用いて、他の建築設備同

50

様に統合的に、監視や制御が行われる。

【0031】

図4は、本発明の実施形態に係る水素利用システムにおける運転計画立案処理を示すフローチャートである。

(ステップS1)まず、オペレータは、建物の最大デマンド電力の目標値を制御装置20に設定して、処理をステップS2に進める。

(ステップS2)次に、オペレータは、最適化条件を制御装置20に設定して、処理をステップS3に進める。最適化条件は「エネルギーコスト最小」、「一次エネルギー最小」、「CO2排出量最小」が選択可能とする。

(ステップS3)制御装置20は、天気予報データ、過去の建物の電力/熱需要の実績データを取得して、処理をステップS4に進める。

(ステップS4)制御装置20は、任意の時間帯に対して、天気予報データ、過去の建物の電力/熱需要の実績データを用いて、再生可能エネルギー電源11の発電予測、電力負荷13の需要予測、及び熱負荷19の需要予測を行い、処理をステップS5に進める。任意の時間帯としては例えば、前日夜、当日朝、当日昼の日3回、30分単位48時間分の計96時間帯が想定される。

(ステップS5)制御装置20は、発電予測及び需要予測結果を基に、設定した最適化条件を用いて、各時間帯における各設備の運転出力計画を立案する。

(ステップS6)制御装置20は、各設備の運転出力計画が最適化されているかを検証し、最適化されていない場合は(ステップS6:No)、ステップS4に処理を戻し、各時間帯における各設備の運転出力計画を立て直す。

(ステップS7)ステップS4からステップS6の処理を繰り返すことで、最適化された運転計画が作成されたら(ステップS6:Yes)、後日、制御装置20は、この運転計画に従って各部の制御を行う。

【0032】

図5は、本発明の実施形態に係る水素利用システムの全体における運転制御の概要を示すフローチャートである。

(ステップS101)制御装置20は、電力が余剰あるいは余剰になることが予想され、水素を製造するか否かを判定する。水素製造処理を行う場合には(ステップS101:Yes)、処理をステップS102に進め、水素製造処理を行わない場合には(ステップS101:No)、水素製造停止処理を行って(ステップS105)、処理をステップS103に進める。

(ステップS102)制御装置20は、水素製造処理および水素貯蔵処理を行って、処理をステップS103に進める。

(ステップS103)制御装置20は、電力が不足あるいは不足することが予想され、水素発電を行うか否かを判定する。水素発電を行う場合には(ステップS103:Yes)、処理をステップS104に進め、水素発電を行わない場合には(ステップS103:No)、水素発電停止処理を行って(ステップS106)、処理をステップS101にリターンする。

(ステップS104)制御装置20は、水素放出処理および水素発電処理を行って、処理をステップS101にリターンする。

【0033】

リアルタイム制御では、運転計画より、電力が余剰になる場合や、電力が不足する場合が生じる。水素製造処理および水素貯蔵処理(ステップS102)では、電力が余剰あるいは余剰になることが予想される場合に、水素製造装置14で水素を製造し、製造された水素を、水素貯蔵装置15の合金タンク23に貯蔵する。また、水素放出処理および水素発電処理(ステップS104)では、電力が不足あるいは不足することが予想される場合に、合金タンク23から水素を放出し、この水素を用いて燃料電池16を駆動して、発電を行う。

【0034】

10

20

30

40

50

図 6 は、本発明の実施形態に係る水素利用システムにおいて、ステップ S 1 0 2 における水素製造処理および水素貯蔵処理を示すフローチャートである。図 6 A は、水素製造処理および水素貯蔵処理を説明するフローチャートである。図 6 B は、水素製造停止処理を説明するフローチャートである。

なお、所定の温度 T 1 及び T 2 は、水素製造装置 1 4 で水素製造を行うのに適当な電解槽 2 1 の温度に対応する温度範囲である。所定の圧力 P 1 及び P 2 は、水素を吸蔵させるのに適当な合金タンク 2 3 の圧力の対応する圧力範囲である。温度 T 1 及び T 2 、圧力 P 1 及び P 2 は、実験やシミュレーション等を行うことで、予め最適に設定される。

【 0 0 3 5 】

まず、図 6 A のフローチャートを参照して説明する。

(ステップ S 2 0 1) 制御装置 2 0 は、水素貯蔵装置 1 5 の合金タンク 2 3 の圧力が所定の圧力 P 1 を越えているか否かを判定する。合金タンク 2 3 の圧力が所定の圧力 P 1 を越えている場合には (ステップ S 2 0 1 : Y e s)、処理をステップ S 2 0 2 に進め、合金タンク 2 3 の圧力が所定の圧力 P 1 を越えていない場合には (ステップ S 2 0 1 : N o)、処理をステップ S 2 0 3 に進める。

(ステップ S 2 0 2) 制御装置 2 0 は、冷却装置 1 8 を起動して合金タンク内を冷却し、処理をステップ S 2 1 3 に進める。

(ステップ S 2 0 3) 制御装置 2 0 は、水素貯蔵装置 1 5 の合金タンク 2 3 の圧力が所定の圧力 P 2 を下回ったか否かを判定する。水素貯蔵装置 1 5 の合金タンク 2 3 の圧力が所定の圧力 P 2 を下回った場合には (ステップ S 2 0 3 : Y e s)、処理をステップ S 2 0 4 に進め、水素貯蔵装置 1 5 の合金タンク 2 3 の圧力が所定の圧力 P 2 を下回っていない場合には (ステップ S 2 0 3 : N o)、処理をステップ S 2 0 5 に進める。

(ステップ S 2 1 4) 制御装置 2 0 は、冷却装置 1 8 を停止し、処理をステップ S 2 0 5 に進める。

【 0 0 3 6 】

(ステップ S 2 0 5) 制御装置 2 0 は、水素製造装置 1 4 が起動中か否かを判断する。水素製造装置 1 4 が起動中でなければ (ステップ S 2 0 5 : N o)、処理をステップ S 2 0 6 に進め、水素製造装置 1 4 が起動中なら (ステップ S 2 0 5 : Y e s)、処理をステップ S 2 0 7 に進める。

(ステップ S 2 0 6) 制御装置 2 0 は、水素製造装置 1 4 の起動を実施して、処理をステップ S 2 0 7 に進める。

(ステップ S 2 0 7) 制御装置 2 0 は、水素製造装置 1 4 の電解槽 2 1 の電解電流を設定して、水電解運転を行い、処理をステップ S 2 0 8 に進める。

(ステップ S 2 0 8) 制御装置 2 0 は、水素製造装置 1 4 の再生型除湿器 2 2 の累積の運転時間が所定の閾値 t 0 を越えているかを判定する。なお、閾値 t 0 は、最適な運転を行える累積の運転時間の値として予め設定されている。累積の運転時間が所定の閾値 t 0 を越えていたら (ステップ S 2 0 8 : Y e s)、処理をステップ S 2 0 9 に進め、所定の閾値を越えていなければ (ステップ S 2 0 8 : N o)、処理をステップ S 2 1 0 に進める。

(ステップ S 2 0 9) 制御装置 2 0 は、別ラインの除湿器に切り替えるとともに除湿器の再生運転を実施して、処理をステップ S 2 0 7 に進める。

(ステップ S 2 1 0) 制御装置 2 0 は、電解槽 2 1 の温度が所定の温度 T 1 を越えているか否かを判定する。電解槽 2 1 の温度が所定の温度 T 1 を越えている場合には (ステップ S 2 1 0 : Y e s)、処理をステップ S 2 1 1 に進め、所定の温度 T 1 を越えていない場合には (ステップ S 2 1 0 : N o)、処理をステップ S 2 1 2 に進める。

(ステップ S 2 1 1) 制御装置 2 0 は、冷却装置 1 8 を起動してシステム内を冷却し、処理をステップ S 2 1 2 に進める。

(ステップ S 2 1 2) 制御装置 2 0 は、電解槽 2 1 の温度が所定の温度 T 2 を下回ったか否かを判定する。電解槽 2 1 の温度が所定の温度 T 2 を下回っている場合には (ステップ S 2 1 2 : Y e s)、処理をステップ S 2 1 3 に進め、電解槽 2 1 の温度が所定の温度

10

20

30

40

50

T 2 を下回っていない場合には (ステップ S 2 1 2 : N o)、水素製造処理および水素貯蔵処理を抜けて、メイン処理に復帰する。

(ステップ S 2 1 3) 制御装置 2 0 は、冷却装置 1 8 を停止し、水素製造処理および水素貯蔵処理を抜けて、メイン処理に復帰する。

【 0 0 3 7 】

次に、図 6 B のフローチャートを参照して水素製造停止処理について説明する。

(ステップ S 2 1 5) 制御装置 2 0 は、水素製造装置 1 4 で水電解運転が起動中か否かを判定する。水素製造装置 1 4 で水電解運転が起動中の場合には (ステップ S 2 1 5 : Y e s)、処理をステップ S 2 1 6 に進める。水電解運転が起動中でない場合には (ステップ S 2 1 5 : N o)、水素製造停止処理を抜けて、メイン処理に復帰する。

(ステップ S 2 1 6) 制御装置 2 0 は、水電解運転が起動中なら、水電解運転を停止する。そして、水素製造停止処理を抜けて、メイン処理に復帰する。

【 0 0 3 8 】

図 7 は、本発明の実施形態に係る水素利用システムにおいて、ステップ S 1 0 4 における水素放出処理および水素発電処理を示すフローチャートである。

図 7 A は、水素放出処理及び水素発電処理を説明するフローチャートである。図 7 B は、水素発電停止処理を説明するフローチャートである。

なお、所定の温度 T 5 及び T 6 は、燃料電池 1 6 で発電の運転が効率的に行える燃料電池の温度に対応する温度範囲である。所定の圧力 P 3 及び P 4 は、水素を放出させるのに適当な合金タンク 2 3 の圧力の対応する圧力範囲である。温度 T 5 及び T 6、圧力 P 3 及び P 4 は、実験やシミュレーション等を行うことで、予め最適に設定される。

【 0 0 3 9 】

まず、図 7 A のフローチャートを参照して説明する。

(ステップ S 3 0 1) 制御装置 2 0 は、合金タンク 2 3 の圧力が所定の圧力 P 3 を下回ったか否かを判定する。合金タンク 2 3 の圧力が所定の圧力 P 3 を下回った場合には (ステップ S 3 0 1 : Y e s)、処理をステップ S 3 0 2 に進め、合金タンク 2 3 の圧力が所定の圧力 P 3 を下回っていない場合には (ステップ S 3 0 1 : N o)、処理をステップ S 3 0 3 に進める。

(ステップ S 3 0 2) 制御装置 2 0 は、加熱装置 1 7 を動作 (起動) させ、熱媒を加温して、処理をステップ S 3 0 3 に進める。

(ステップ S 3 0 3) 制御装置 2 0 は、合金タンク 2 3 の圧力が所定の圧力 P 4 を越えたか否かを判定する。合金タンク 2 3 の圧力が所定の圧力 P 4 を越えた場合には、処理をステップ S 3 0 4 に進める。合金タンク 2 3 の圧力が所定の圧力 P 4 を越えていない場合には (ステップ S 3 0 3 : N o)、処理をステップ S 3 0 5 に進める。

(ステップ S 3 0 4) 制御装置 2 0 は、加熱装置 1 7 による加温を停止し、処理をステップ S 3 0 5 に進める。

【 0 0 4 0 】

(ステップ S 3 0 5) 制御装置 2 0 は、燃料電池 1 6 が起動中かどうかを判断する。燃料電池 1 6 が起動中でなければ (ステップ S 3 0 5 : N o)、処理をステップ S 3 0 6 に進め、燃料電池 1 6 が起動中なら (ステップ S 3 0 5 : Y e s)、処理をステップ S 3 0 7 に進める。

(ステップ S 3 0 6) 制御装置 2 0 は、燃料電池 1 6 の起動を実施して、処理をステップ S 3 0 7 に進める。

(ステップ S 3 0 7) 制御装置 2 0 は、燃料電池 1 6 の電力出力を設定して、燃料電池 1 6 の運転して発電を行い、処理をステップ S 3 0 8 に進める。

(ステップ S 3 0 8) 制御装置 2 0 は、燃料電池 1 6 の熱媒温度が所定の温度 T 5 を越えたか否かを判定する。燃料電池 1 6 の熱媒温度が所定の温度 T 5 を越えた場合には (ステップ S 3 0 9 : Y e s)、処理をステップ S 3 0 6 に進め、燃料電池 1 6 の熱媒温度が所定の温度 T 5 を越えていない場合には (ステップ S 3 0 8 : N o)、処理をステップ S 3 1 0 に進める。

【 0 0 4 1 】

(ステップ S 3 0 9) 制御装置 2 0 は、冷却装置 1 8 を起動して冷却する。

(ステップ S 3 1 0) 制御装置 2 0 は、燃料電池 1 6 の熱媒温度が所定の温度 T 6 を下回ったか否かを判定する。燃料電池 1 6 の熱媒温度が所定の温度 T 6 を下回った場合には (ステップ S 3 1 0 : Y e s)、処理をステップ S 3 1 1 に進め、燃料電池 1 6 の熱媒温度が所定の温度 T 6 を下回っていない場合には (ステップ S 3 1 0 : N o)、水素放出処理及び水素発電処理を抜けて、メイン処理に復帰する。

(ステップ S 3 1 1) 制御装置 2 0 は、冷却装置 1 8 を停止する。そして水素放出処理および水素発電処理を抜けて、メイン処理に復帰する。

次に、図 7 B のフローチャートを参照して水素発電停止処理について説明する。

(ステップ S 3 1 5) 制御装置 2 0 は、燃料電池 1 6 が起動中か否かを判定する。燃料電池 1 6 が起動中の場合には (ステップ S 3 1 5 : Y e s)、処理をステップ S 3 1 6 に進める。燃料電池 1 6 が起動中でない場合には (ステップ S 3 1 5 : N o)、水素発電停止処理を抜けて、メイン処理に復帰する。

(ステップ S 3 1 6) 燃料電池 1 6 が起動中なら、燃料電池 1 6 の運転を停止する。そして、水素発電停止処理を抜けて、メイン処理に復帰する。

【 0 0 4 2 】

以上説明したように、本発明の実施形態に係る水素利用システム 1 では、消防法上の危険物に該当しないチタン・鉄系の水素吸蔵合金を用いて水素を貯蔵することができ、建物内や敷地内で、安全・かつコンパクトに水素を製造・貯蔵・利用することができる。また、システム全体を最適制御にて運用することが可能となり、再生可能エネルギーの余剰電力を高効率で運用できる。また、冷却装置 1 8 を設けることで、エネルギーを使わずに、有効に温度帯の管理を行うことができる。

【 0 0 4 3 】

以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 4 】

1 1 ... 再生可能エネルギー電源、 1 2 ... 蓄電池、 1 3 ... 電力負荷、 1 4 ... 水素製造装置、 1 5 ... 水素貯蔵装置、 1 6 ... 燃料電池、 1 7 ... 加熱装置、 1 8 ... 冷却装置、 1 9 ... 熱負荷、 2 0 ... 制御装置

10

20

30

【 図 1 】

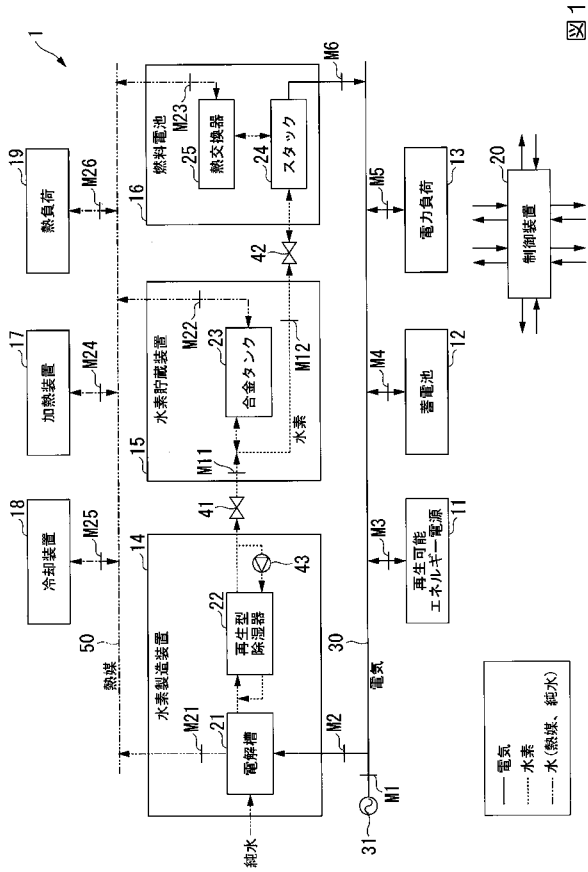


図 1

【 図 2 】

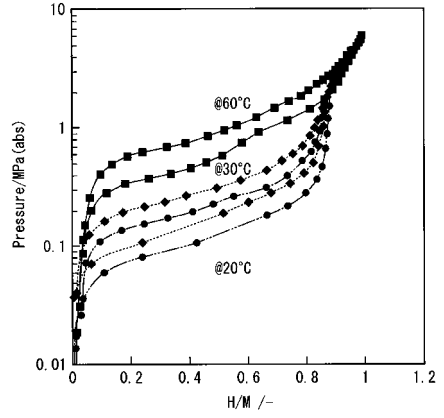


図 2

【 図 3 A 】

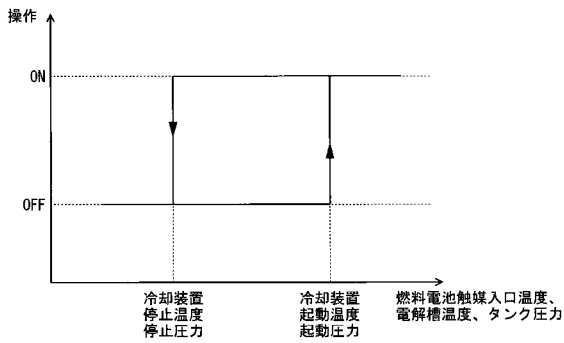


図 3A

【 図 3 B 】

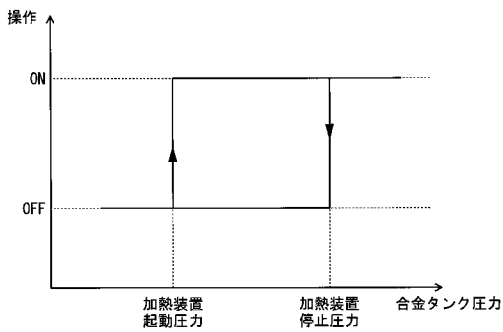


図 3B

【 図 4 】

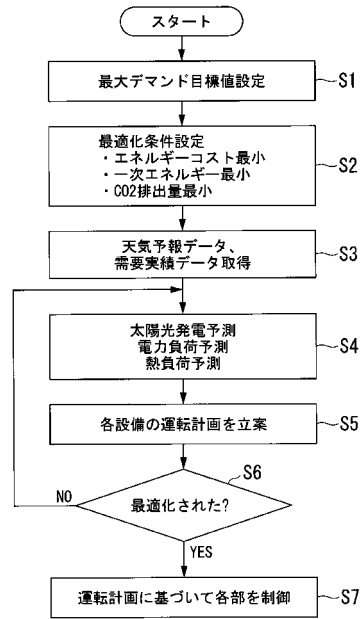


図 4

【図5】

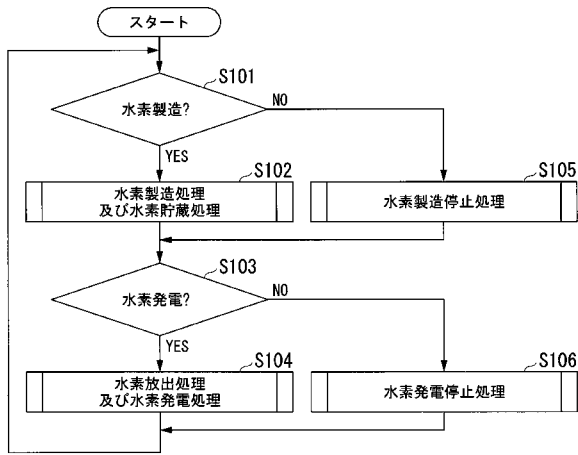


図5

【図6A】

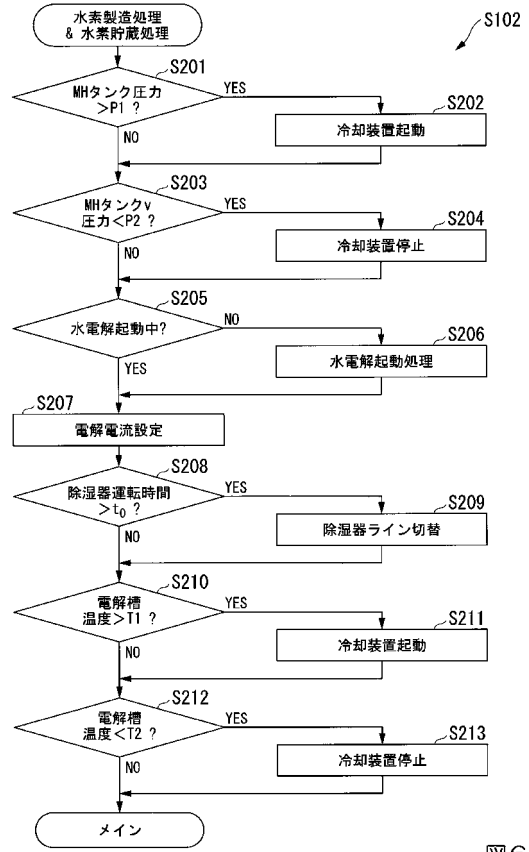


図6A

【図6B】

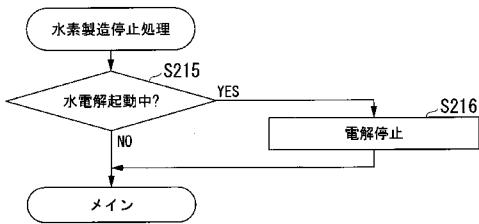


図6B

【図7A】

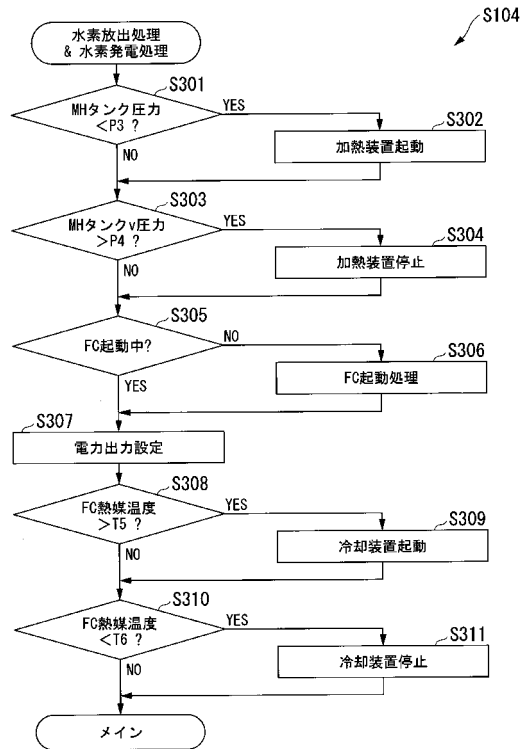


図7A

【図7B】

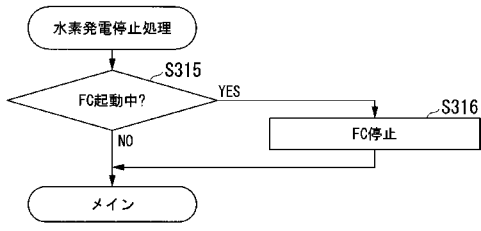


図7B

フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 M 8/00 (2016.01)	H 0 1 M 8/00	A
H 0 1 M 8/04858 (2016.01)	H 0 1 M 8/04858	
H 0 1 M 8/04537 (2016.01)	H 0 1 M 8/04537	
H 0 1 M 8/10 (2016.01)	H 0 1 M 8/10	1 0 1
	H 0 1 M 8/00	Z

(72)発明者 下田 英介
東京都中央区京橋二丁目16番1号 清水建設株式会社内

(72)発明者 沼田 茂生
東京都中央区京橋二丁目16番1号 清水建設株式会社内

(72)発明者 前田 哲彦
福島県郡山市待池台2-2-9 国立研究開発法人産業技術総合研究所内

(72)発明者 遠藤 成輝
福島県郡山市待池台2-2-9 国立研究開発法人産業技術総合研究所内

(72)発明者 五舛目 清剛
福島県郡山市待池台2-2-9 国立研究開発法人産業技術総合研究所内

Fターム(参考) 5H126 BB06

5H127 AA06 AB23 AB24 AB27 AB29 AC14 BA02 BA14 BA23 BA59
DB45 DB47 DB69 DB77 DB79 DB82 DC73 DC74 DC82 DC84
DC96