

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7538112号
(P7538112)

(45)発行日 令和6年8月21日(2024.8.21)

(24)登録日 令和6年8月13日(2024.8.13)

(51)国際特許分類	F I
C 0 1 B 3/00 (2006.01)	C 0 1 B 3/00 Z
B 0 1 D 53/047 (2006.01)	B 0 1 D 53/047
B 0 1 J 4/00 (2006.01)	B 0 1 J 4/00 1 0 2
C 0 1 B 3/56 (2006.01)	C 0 1 B 3/56 Z

請求項の数 12 (全20頁)

(21)出願番号	特願2021-509439(P2021-509439)	(73)特許権者	000004444 E N E O S 株式会社 東京都千代田区大手町一丁目 1 番 2 号
(86)(22)出願日	令和2年3月24日(2020.3.24)	(74)代理人	100119035 弁理士 池上 徹真
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/012942	(74)代理人	100141036 弁理士 須藤 章
(87)国際公開番号	WO2020/196491	(72)発明者	前原 和巳 東京都千代田区大手町一丁目 1 番 2 号 E N E O S 株式会社内
(87)国際公開日	令和2年10月1日(2020.10.1)	(72)発明者	立石 大作 東京都千代田区大手町一丁目 1 番 2 号 E N E O S 株式会社内
審査請求日	令和5年3月7日(2023.3.7)	(72)発明者	福岡 玄義 東京都千代田区大手町一丁目 1 番 2 号
(31)優先権主張番号	特願2019-61869(P2019-61869)		
(32)優先日	平成31年3月27日(2019.3.27)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 水素ガス供給装置および水素ガス供給方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

水素ガスを圧縮する圧縮機と、
前記圧縮機により圧縮された水素ガスを蓄圧する蓄圧器と、
前記圧縮機と前記蓄圧器との間に配置され、前記圧縮機から吐出される水素ガスに混在する不純物を吸着する第1吸着剤を有する第1吸着部と、
前記圧縮機と前記第1吸着部との間の第1ガス供給配管に配置される第1弁と、
前記第1吸着部と前記蓄圧器との間の第2ガス供給配管に配置された第2弁と、
前記第1ガス供給配管における前記第1弁と前記第1吸着部との間から分岐され、前記圧縮機の上流側に接続される戻り配管と、
前記戻り配管に配置され、前記不純物を吸着する第2吸着剤を有する第2吸着部と、
前記戻り配管における前記第2吸着部の上流側に配置される第3弁と、
前記第1弁、前記第2弁、および前記第3弁の開閉を制御する制御装置と、
を備える、水素ガス供給装置。

【請求項 2】

前記圧縮機の運転停止時に、前記制御装置は、前記第1弁、および前記第2弁を閉じるように制御した状態で、前記第3弁を開くように制御する、請求項1記載の水素ガス供給装置。

【請求項 3】

前記第1ガス供給配管における前記第1弁と前記第1吸着部との間から分岐されたベン

トラインと、前記ベントラインに配置される第 4 弁と、をさらに備え、

前記制御装置は、前記第 1 弁および前記第 2 弁を閉じるように制御した状態で、前記第 3 弁および前記第 4 弁を開くように制御する、請求項 1 又は 2 記載の水素ガス供給装置。

【請求項 4】

前記圧縮機に水素ガスを供給する水素製造装置をさらに備え、

前記制御装置は、前記第 4 弁を開いて所定時間経過後に、前記第 3 弁を閉じ、前記第 1 弁を開き、運転停止中の前記圧縮機を介して前記水素製造装置から供給される水素ガスを前記第 1 吸着部に供給するように制御する、請求項 3 記載の水素ガス供給装置。

【請求項 5】

前記第 1 吸着剤と前記第 2 吸着剤は、少なくとも硫黄およびハロゲンのいずれか一方の吸着能を有する、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の水素ガス供給装置。

10

【請求項 6】

圧縮機により水素ガスを圧縮する工程と、

前記圧縮機により圧縮された水素ガスを蓄圧器に蓄圧する工程と、

前記圧縮機と前記蓄圧器との間に配置された第 1 吸着剤を有する第 1 吸着部を用いて、前記圧縮機から吐出される水素ガスに混在する不純物を前記第 1 吸着剤に吸着させる工程と、

前記圧縮機と前記第 1 吸着部との間の第 1 ガス供給配管に配置される第 1 弁と、前記第 1 吸着部と前記蓄圧器との間の第 2 ガス供給配管に配置された第 2 弁とを閉じるように制御した状態で、前記第 1 ガス供給配管における前記第 1 弁と前記第 1 吸着部との間から分岐され、前記圧縮機の上流側に接続される戻り配管に配置される第 3 弁を開くように制御することで、前記戻り配管に配置された第 2 吸着剤を有する第 2 吸着部を用いて前記不純物を前記第 2 吸着剤に吸着させる工程と、

20

を備える、水素ガス供給方法。

【請求項 7】

水素ガスを圧縮し、水素ガスを蓄圧する蓄圧器側に圧縮された水素ガスを供給する圧縮機と、

前記圧縮機の吐出口と前記蓄圧器との間に配置され、前記圧縮機から吐出される水素ガス中の不純物を吸着するための第 1 の吸着剤が配置された第 1 の吸着部と、

前記圧縮機の吐出口と前記第 1 の吸着部のガス入口との間に配置された第 1 の弁と、

30

前記第 1 の吸着部のガス出口と前記蓄圧器との間に配置された第 2 の弁と、

前記第 1 の弁と前記吸着部のガス入口との間で分岐され、前記圧縮機の吸込み側に繋がる戻り配管と、

前記戻り配管の途中に配置され、前記圧縮機から吐出される水素ガス中の不純物を吸着するための第 2 の吸着剤が配置された第 2 の吸着部と、

前記戻り配管の途中であって、前記第 1 の吸着部のガス入口と前記第 2 の吸着部のガス入口との間に配置された第 3 の弁と、

を備える水素ガス供給装置。

【請求項 8】

前記圧縮機と前記第 1 の吸着部とを前記第 1 の弁で遮断した状態で、前記第 1 の吸着部内の圧縮された水素ガスを前記第 3 の弁を開にして前記戻り配管に流すと共に、前記第 1 の吸着剤から脱離した不純物を前記第 2 の吸着剤で吸着する請求項 7 記載の水素ガス供給装置。

40

【請求項 9】

前記第 1 の弁と前記第 1 の吸着部のガス入口との間で分岐されるベントラインと、

前記ベントラインの途中に配置された第 4 の弁と、

をさらに備え、

前記第 4 の弁を開にすることにより、前記第 1 の吸着部内を高圧から低圧に減圧すると共に前記第 1 の吸着剤から脱離した不純物を前記ベントラインに放出する請求項 7 又は 8 記載の水素ガス供給装置。

50

【請求項 1 0】

水素製造装置から前記水素ガスが前記圧縮機に供給され、

前記圧縮機が休止し、前記第 1 の吸着部内が低圧に減圧された状態で、前記第 1 及び第 4 の弁を開にすることにより、休止中の前記圧縮機を介して前記水素製造装置から供給される水素ガスをパージガスとして前記第 1 の吸着部に導入する請求項 9 記載の水素ガス供給装置。

【請求項 1 1】

前記不純物は、前記圧縮機内で混入する不純物である請求項 7 ~ 1 0 いずれかに記載の水素ガス供給装置。

【請求項 1 2】

圧縮機により水素ガスを圧縮し、水素ガスを蓄圧する蓄圧器側に圧縮された水素ガスを供給する工程と、

前記圧縮機の吐出口と水素ガスを蓄圧する蓄圧器との間に配置された、第 1 の吸着剤が配置された第 1 の吸着部を用いて、前記圧縮機から吐出される水素ガス中の不純物を前記第 1 の吸着剤に吸着させる工程と、

前記圧縮機の吐出側であって前記第 1 の吸着部のガス入口側で分岐され、前記圧縮機の吸込み側に繋がる戻り配管の途中に配置される、第 2 の吸着剤が配置された第 2 の吸着部を用いて、前記圧縮機と前記第 1 の吸着部とを遮断した状態で、前記第 1 の吸着部内の圧縮された水素ガスを前記戻り配管に流すと共に、前記第 1 の吸着剤から脱離した不純物を前記第 2 の吸着剤に吸着させる工程と、

を備える水素ガス供給方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0 0 0 1】**

本出願は、2019年3月27日に日本国に出願されたJP2019-061869(出願番号)を基礎出願とする優先権を主張する出願である。JP2019-061869に記載された内容は、本出願にインコーポレートされる。

【0 0 0 2】

本発明は、水素ガス供給装置および水素ガス供給方法に関し、例えば、水素ステーションに配置される水素ガス供給装置および水素ガス供給方法に関する。

【背景技術】**【0 0 0 3】**

自動車の燃料として、従来のガソリンを始めとした燃料油の他に、近年、クリーンなエネルギー源として水素燃料が注目を浴びている。これに伴い、水素燃料を動力源とする燃料電池自動車(FCV: Fuel Cell Vehicle)の開発が進められている。FCV用の水素ステーションには、水素製造拠点となる水素出荷センターやオンサイト水素ステーション(以下オンサイトST)と、水素製造拠点(水素出荷センターやオンサイトST等)より水素を受入れて販売するオフサイト水素ステーション(以下オフサイトST)がある。水素ガスは、水素製造装置(HPU: Hydrogen Product Unit)等により製造される。水素ステーションには、水素ガスを急速にFCVに充填するために、水素ガスを高圧に圧縮する圧縮機と、この圧縮機により高圧に圧縮された水素ガスを蓄圧する複数の蓄圧器(多段蓄圧器)を配置する。このような水素ステーションは、蓄圧器内の圧力とFCVの燃料タンクの圧力との差圧を大きく保つように、使用する蓄圧器を適宜切り替えながら充填することで、蓄圧器から燃料タンクへ水素ガスを急速充填する。

【0 0 0 4】

ここで、FCV用燃料として高純度に精製された水素ガスを圧縮機で圧縮する際に、圧縮機の構成部品等から発生する硫黄やハロゲン等の不純物が水素ガスに混入してしまい、水素ガスの品質が規格から外れてしまうといった問題があった。かかる問題に対して、圧縮機の下流側に吸着剤を装填した吸着塔を配置して、不純物を排除することが検討されて

10

20

30

40

50

いる。しかし、圧縮機は、蓄圧器に水素が規定量充填された後は運転を停止し、吸込み側圧力まで圧縮機内を減圧するため、吸着剤に吸着された不純物が脱離して圧縮機側（1次側）に拡散してしまうといった問題があった。さらに、水素ガスをできるだけ無駄にしないことが望ましい。

【0005】

ここで、水素製造の過程において、吸着剤を用いて不純物を吸着させる手法が開示されている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】特開2011-167629号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

そこで、本発明の一態様は、圧縮機の下流側に配置される吸着剤に吸着された、水素ガスの不純物が圧縮機側に拡散することを抑制しながら水素ガスを効率的に利用可能な装置および方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一態様の水素ガス供給装置は、
水素ガスを圧縮する圧縮機と、
前記圧縮機により圧縮された水素ガスを蓄圧する蓄圧器と、
前記圧縮機と前記蓄圧器との間に配置され、前記圧縮機から吐出される水素ガスに混在する不純物を吸着する第1吸着剤を有する第1吸着部と、
前記圧縮機と前記第1吸着部との間の第1ガス供給配管に配置される第1弁と、
前記第1吸着部と前記蓄圧器との間の第2ガス供給配管に配置された第2弁と、
前記第1ガス供給配管における前記第1弁と前記第1吸着部との間から分岐され、前記圧縮機の上流側に接続される戻り配管と、
前記戻り配管に配置され、前記不純物を吸着する第2吸着剤を有する第2吸着部と、
前記戻り配管における前記第2吸着部の上流側に配置される第3弁と、
前記第1弁、前記第2弁、および前記第3弁の開閉を制御する制御装置と、
を備える。

【0009】

また、圧縮機の運転停止時に、前記制御装置は、前記第1弁、および前記第2弁を閉じるように制御した状態で、前記第3弁を開くように制御すると好適である。

【0010】

また、第1ガス供給配管における前記第1弁と前記第1吸着部との間から分岐されたベントラインと、前記ベントラインに配置される第4弁と、をさらに備え、
前記制御装置は、前記第1弁および前記第2弁を閉じるように制御した状態で、前記第3弁および前記第4弁を開くように制御すると好適である。

【0011】

また、圧縮機に水素ガスを供給する水素製造装置をさらに備え、
前記制御装置は、前記第4弁を開いて所定時間経過後に、前記第3弁を閉じ、前記第1弁を開き、運転停止中の前記圧縮機を介して前記水素製造装置から供給される水素ガスを前記第1吸着部に供給するように制御すると好適である。

【0012】

また、第1吸着剤と第2吸着剤は、少なくとも硫黄およびハロゲンのいずれか一方の吸着能を有すると好適である。

【0013】

本発明の一態様の水素ガス供給方法は、

10

20

30

40

50

圧縮機により水素ガスを圧縮する工程と、
前記圧縮機により圧縮された水素ガスを蓄圧器に蓄圧する工程と、
前記圧縮機と前記蓄圧器との間に配置された第1吸着剤を有する第1吸着部を用いて、
前記圧縮機から吐出される水素ガスに混在する不純物を前記第1吸着剤に吸着させる工程と、

前記圧縮機と前記第1吸着部との間の第1ガス供給配管に配置される第1弁と、前記第1吸着部と前記蓄圧器との間の第2ガス供給配管に配置された第2弁とを閉じるように制御した状態で、前記第1ガス供給配管における前記第1弁と前記第1吸着部との間から分岐され、前記圧縮機の上流側に接続される戻り配管に配置される第3弁を開くように制御することで、前記戻り配管に配置された第2吸着剤を有する第2吸着部を用いて前記不純物を前記第2吸着剤に吸着させる工程と、
を備える。

【0014】

本発明の他の態様の水素ガス供給装置は、
水素ガスを圧縮し、水素ガスを蓄圧する蓄圧器側に圧縮された水素ガスを供給する圧縮機と、

圧縮機の吐出口と蓄圧器との間に配置され、圧縮機から吐出される水素ガス中の不純物を吸着するための第1の吸着剤が配置された第1の吸着部と、

圧縮機の吐出口と第1の吸着部のガス入口との間に配置された第1の弁と、

第1の吸着部のガス出口と蓄圧器との間に配置された第2の弁と、

第1の弁と吸着部のガス入口との間で分岐され、圧縮機の吸込み側に繋がる戻り配管と、
戻り配管の途中に配置され、圧縮機から吐出される水素ガス中の不純物を吸着するための第2の吸着剤が配置された第2の吸着部と、

戻り配管の途中であって、第1の吸着部のガス入口と第2の吸着部のガス入口との間に配置された第3の弁と、

を備える。

【0015】

また、圧縮機と前記第1の吸着部とを前記第1の弁で遮断した状態で、前記第1の吸着部内の圧縮された水素ガスを前記第3の弁を開にして前記戻り配管に流すと共に、前記第1の吸着剤から脱離した不純物を前記第2の吸着剤で吸着すると好適である。

【0016】

また、第1の弁と前記第1の吸着部のガス入口との間で分岐されるベントラインと、
前記ベントラインの途中に配置された第4の弁と、
をさらに備え、

前記第4の弁を開にすることにより、前記第1の吸着部内を高圧から低圧に減圧すると共に前記第1の吸着剤から脱離した不純物を前記ベントラインに放出すると好適である。

【0017】

また、水素製造装置から前記水素ガスが前記圧縮機に供給され、

前記圧縮機が休止し、前記第1の吸着部内が低圧に減圧された状態で、前記第1及び第4の弁を開にすることにより、休止中の前記圧縮機を介して前記水素製造装置から供給される水素ガスをパージガスとして前記第1の吸着部に導入すると好適である。

【0018】

また、不純物は、前記圧縮機内で混入する不純物であると好適である。

【0019】

本発明の他の態様の水素ガス供給方法は、

圧縮機により水素ガスを圧縮し、水素ガスを蓄圧する蓄圧器側に圧縮された水素ガスを供給する工程と、

圧縮機の吐出口と水素ガスを蓄圧する蓄圧器との間に配置された、第1の吸着剤が配置された第1の吸着部を用いて、圧縮機から吐出される水素ガス中の不純物を第1の吸着剤に吸着させる工程と、

10

20

30

40

50

圧縮機の吐出側であって第 1 の吸着部のガス入口側で分岐され、圧縮機の吸込み側に繋がる戻り配管の途中に配置される、第 2 の吸着剤が配置された第 2 の吸着部を用いて、圧縮機と第 1 の吸着部とを遮断した状態で、第 1 の吸着部内の圧縮された水素ガスを戻り配管に流すと共に、第 1 の吸着剤から脱離した不純物を第 2 の吸着剤に吸着させる工程と、を備える。

【発明の効果】

【0020】

本発明の一態様によれば、圧縮機の下流側に配置される吸着剤に吸着された、水素ガスの不純物が圧縮機側に拡散することを抑制しながら吸着塔内に残った水素ガスを効率的に利用できる。

10

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図 1】実施の形態 1 における水素ステーションの水素ガス供給システムの構成を示す構成図の一例である。

【図 2】実施の形態 1 における制御回路の内部構成の一例を示す構成図である。

【図 3】実施の形態 1 における圧縮機の内部構成の一例と、吸着塔制御バルブシステムの構成の一例とを示す構成図である。

【図 4】実施の形態 1 における水素ガス供給方法の一例の要部工程を示すフローチャート図である。

【図 5】実施の形態 1 における多段蓄圧器を用いて水素燃料の差圧充填を行う場合の充填の仕方を説明するための図である。

20

【図 6】実施の形態 1 における蓄圧工程時における吸着塔制御バルブシステムの動作を説明するための図である。

【図 7】実施の形態 1 における吸着塔減圧 / 再生工程時における吸着塔制御バルブシステムの動作の一例を説明するための図である。

【図 8】実施の形態 1 における吸着塔減圧 / 再生工程時における吸着塔制御バルブシステムの動作の他の一例を説明するための図である。

【図 9】実施の形態 1 におけるパージ制御工程時における吸着塔制御バルブシステムの動作を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

30

【実施例 1】

【0022】

図 1 は、実施の形態 1 における水素ステーションの水素ガス供給システムの構成を示す構成図の一例である。図 1 において、水素ガス供給システム 500 は、水素ステーション 102 内に配置される。水素ガス供給システム 500 は、水素製造装置 300、多段蓄圧器 101、ディスペンサ 30 (計量機)、圧縮機 40、吸着塔 70 (第 1 の吸着塔)、吸着塔制御バルブシステム 110、吸着塔 75 (第 2 の吸着塔)、及び制御回路 100 を備えている。圧縮機 40、吸着塔 70、吸着塔制御バルブシステム 110、吸着塔 75、及びこれらを繋ぐ配管等により、多段蓄圧器 101、及び / 或いはディスペンサ 30 へと水素ガスを供給する水素ガス供給装置の一例が構成される。図 1 の例では、水素ステーション 102 内に水素製造装置 300 が配置され、オンサイト ST の一例が示されている。但し、これに限るものではない。別の場所で製造された高純度の水素ガスが水素トレーラーによって水素ステーション 102 内に運ばれ、図示しないカードル或いは中間蓄圧器に一時的に蓄圧されるように構成される場合 (オフサイト ST) であっても良い。

40

【0023】

多段蓄圧器 101 は、複数の蓄圧器 10, 12, 14 により構成される。図 1 の例では、3 つの蓄圧器 10, 12, 14 により多段蓄圧器 101 が構成される。図 1 の例では、例えば、蓄圧器 10 が、使用下限圧力が低い 1st バンクとして作用する。蓄圧器 12 が、例えば、使用下限圧力が中間の 2nd バンクとして作用する。蓄圧器 14 が、例えば、使用下限圧力が高い 3rd バンクとして作用する。但し、これに限るものではない。1st

50

tバンクから3rdバンクに使用する各蓄圧器は、必要に応じて入れ替える。

【0024】

また、図1において、圧縮機40の吸込側は、バルブ328を介して水素製造装置300の吐出側と配管により接続される。

【0025】

圧縮機40の吐出口と多段蓄圧器101との間に吸着塔70が配置される。吸着塔70内には、圧縮機40から吐出される水素ガス中の不純物を吸着するための吸着剤（第1の吸着剤）が配置される。吸着塔70用の吸着剤としては、圧縮機40の構成部品等から発生する硫黄およびハロゲンに対する吸着能が高いものが望ましく、例えば活性炭が配置される。吸着剤は一層で構成されてるものに限るものではなく、種類の異なる複数層で構成

10

【0026】

圧縮機40の吐出側であって吸着塔70のガス出入口側には、吸着塔制御バルブシステム110が配置される。吸着塔制御バルブシステム110は、吸着塔70を密閉可能な複数の遮断弁71, 72, 73, 74（複数の弁）により構成される。遮断弁71（第1の弁）は、圧縮機40の吐出口と吸着塔70のガス入口との間に配置される。遮断弁72（第2の弁）は、吸着塔70のガス出口と多段蓄圧器101との間に配置される。言い換えれば、圧縮機40の吐出側は、吸着塔制御バルブシステム110のうち遮断弁71を介して吸着塔70のガス入口側と配管76により接続される。吸着塔70のガス出口側（下流側）は、吸着塔制御バルブシステム110のうち遮断弁72を介して多段蓄圧器101側

20

【0027】

戻り配管92の途中には吸着塔75が配置される。吸着塔75内には、圧縮機40から吐出される水素ガス中の不純物を吸着するための吸着剤（第2の吸着剤）が配置される。吸着塔75用の吸着剤としては、圧縮機40の構成部品等から発生する硫黄およびハロゲンに対する吸着能が高いものが好ましく、例えば活性炭が配置される。吸着剤は一層で構成されるものに限るものではなく、種類の異なる複数層で構成されていても構わない。吸着塔75は、低圧（例えば、0.6MPa）下で使用されるため、吸着塔70よりも大型に形成される。吸着塔75は吸着塔70より容量が大きいため、吸着剤の搭載量も多くできる。そのため、再生されるたびに吸着塔70から放出される不純物を吸着塔75で繰り返し除去できる。なお、吸着塔70の吸着剤は、再生せずに吸着性能が劣化したら交換すればよい。吸着剤の搭載量が多いため、長寿命化を図ることができる。戻り配管92の途中であって、吸着塔70のガス入口と吸着塔75のガス入口との間に吸着塔制御バルブシステム110のうちの遮断弁74（第3の弁）が配置される。

30

【0028】

また、圧縮機40の吐出口と吸着塔70のガス入口との間に配置される遮断弁71と吸着塔70のガス入口との間でベントライン90（ベント配管）が分岐される。ベントライン90の途中には吸着塔制御バルブシステム110のうちの遮断弁73（第4の弁）が配置される。

40

【0029】

吸着塔70の下流側は、遮断弁72及びバルブ21を介して蓄圧器10と配管により接続される。同様に、吸着塔70の下流側は、遮断弁72及びバルブ23を介して蓄圧器12と配管により接続される。同様に、吸着塔70の下流側は、遮断弁72及びバルブ25を介して蓄圧器14と配管により接続される。同様に、吸着塔70の下流側は、遮断弁72及びバルブ28を介してディスペンサ30と配管により接続される。

【0030】

また、蓄圧器10は、バルブ22を介してディスペンサ30と配管により接続される。また、蓄圧器12は、バルブ24を介してディスペンサ30と配管により接続される。また、蓄圧器14は、バルブ26を介してディスペンサ30と配管により接続される。

50

【 0 0 3 1 】

また、水素製造装置 3 0 0 の吐出圧は、圧力計 3 1 8 によって計測される。また、蓄圧器 1 0 内の圧力は、圧力計 1 1 によって計測される。蓄圧器 1 2 内の圧力は、圧力計 1 3 によって計測される。蓄圧器 1 4 内の圧力は、圧力計 1 5 によって計測される。

【 0 0 3 2 】

また、ディスペンサ 3 0 内には、流量調整弁 2 9、流量計 2 7、冷却器 3 2 (プレクーラー)、及び圧力計 1 7 が配置される。多段蓄圧器 1 0 1 或いは圧縮機 4 0 から供給される水素ガスは、流量計 2 7 によって流量が計測されると共に、流量調整弁 2 9 によって流量が調整される。そして、水素ガスは、冷却器 3 2 によって、所定温度 (例えば、 -40) に冷却される。よって、ディスペンサ 3 0 は、冷却された水素ガスを、水素ガスを動力源とする燃料電池自動車である F C V 2 0 0 に搭載された燃料タンク 2 0 2 に例えば差圧を利用して充填する。また、ディスペンサ 3 0 から F C V 2 0 0 へ充填される水素ガスの充填出口の出口圧力 (燃料充填出口圧力) は、圧力計 1 7 によって計測される。また、ディスペンサ 3 0 内或いは近辺には、制御回路 3 4 が配置され、水素ステーション 1 0 2 に到来した F C V 2 0 0 (水素ガスを動力源とする燃料電池自動車) 内の車載器 2 0 4 と通信可能に構成される。例えば、赤外線を用いて無線通信可能に構成される。

10

【 0 0 3 3 】

F C V 2 0 0 には、ディスペンサ 3 0 から供給された燃料としての水素ガスが受け口 (レセプタクル) から燃料通路を介して燃料タンク 2 0 2 に注入される。燃料タンク 2 0 2 内の圧力と温度は、燃料タンク 2 0 2 内、或いは燃料通路に設けた圧力計 2 0 6 及び温度計 2 0 5 によって計測される。

20

【 0 0 3 4 】

水素製造装置 3 0 0 で製造された水素ガスは、低圧 (例えば、 0.6 MPa) の状態で圧縮機 4 0 の吸込側に供給される。よって、圧縮機 4 0 の吸込側の 1 次側圧力 P_{IN} は、通常時は低圧になる。圧縮機 4 0 は、制御回路 1 0 0 による制御のもと、水素製造装置 3 0 0 から低圧で供給される水素ガスを圧縮しながら多段蓄圧器 1 0 1 の各蓄圧器 1 0, 1 2, 1 4 に供給する。多段蓄圧器 1 0 1 から F C V 2 0 0 へ水素ガスを供給する際にその供給量が不足している場合、若しくは多段蓄圧器 1 0 1 が復圧中である場合、圧縮機 4 0 は、制御回路 1 0 0 による制御のもと、水素製造装置 3 0 0 から低圧で供給される水素ガスを圧縮しながらディスペンサ 3 0 を介して直接 F C V 2 0 0 へ水素ガスを供給する場合もあり得る。

30

【 0 0 3 5 】

圧縮機 4 0 は、水素ガスを圧縮し、水素ガスを蓄圧する蓄圧器側に圧縮された水素ガスを供給する。具体的には、圧縮機 4 0 は、多段蓄圧器 1 0 1 の各蓄圧器 1 0, 1 2, 1 4 内が所定の高圧 (例えば、 82 MPa) になるまで圧縮する。言い換えれば、圧縮機 4 0 は、吐出側の 2 次側圧力 P_{OUT} が所定の高圧 (例えば、 82 MPa 以上) になるまで圧縮する。圧縮機 4 0 が水素ガスを供給する相手が蓄圧器 1 0, 1 2, 1 4、及びディスペンサ 3 0 のいずれにするかは、それぞれの配管上に配置された、対応するバルブ 2 1, 2 3, 2 5, 2 8 の開閉を制御回路 1 0 0 が制御することによっていずれかに決定されればよい。或いは、2 以上の蓄圧器に同時に供給するように制御しても良い。

40

【 0 0 3 6 】

なお、上述した例では、圧縮機 4 0 の吸込側に水素ガスを供給する圧力 P_{IN} が所定の低圧 (例えば、 0.6 MPa) に減圧制御されている場合を示したがこれに限るものではない。所定の低圧 (例えば、 0.6 MPa) よりも高い圧力の状態で圧縮機 4 0 の吸込側に与えて圧縮しても良い。かかる場合には、圧縮機 4 0 として、吸込側の圧力 P_{IN} (1 次側圧力) を一定の圧力 (例えば、 0.6 MPa) に固定して使用する往復圧縮機ではなく、吸込側の圧力 P_{IN} (1 次側圧力) を可変に対応可能なタイプの高圧圧縮機を採用する。例えば、吸込側の圧力 P_{IN} (1 次側圧力) が例えば 20 MPa 以下のプースター多段昇圧型の圧縮機を用いると好適である。

【 0 0 3 7 】

50

多段蓄圧器 101 に蓄圧された水素ガスは、ディスペンサ 30 内の冷却器 32 によって冷却され、ディスペンサ 30 から水素ステーション 102 内に到来した F C V 200 に供給される。

【0038】

図 2 は、実施の形態 1 における制御回路 100 の内部構成の一例を示す構成図である。制御回路 100 は、制御装置として機能する。図 2 において、制御回路 100 内には、通信制御回路 50、メモリ 51、受信部 52、終了圧演算部 54、フロー計画部 56、システム制御部 58、復圧制御部 61、供給制御部 63、圧力受信部 66、H P U 制御部 67、及び磁気ディスク装置等の記憶装置 80、82、84 が配置される。復圧制御部 61 は、バルブ制御部 60、及び圧縮機制御部 62 を有する。供給制御部 63 は、ディスペンサ制御部 64 及びバルブ制御部 65 を有する。受信部 52、終了圧演算部 54、フロー計画部 56、システム制御部 58、復圧制御部 61 (バルブ制御部 60、圧縮機制御部 62)、供給制御部 63 (ディスペンサ制御部 64、バルブ制御部 65)、圧力受信部 66、及び H P U 制御部 67 といった各部は、処理回路を含み、その処理回路には、電気回路、コンピュータ、プロセッサ、回路基板、或いは、半導体装置等が含まれる。例えば、処理回路として、C P U (Central Processing Unit)、F P G A (Field-Programmable Gate Array)、または、A S I C (Application Specific Integrated Circuit) を用いてもよい。また、各部は、共通する処理回路 (同じ処理回路) を用いてもよい。或いは、異なる処理回路 (別々の処理回路) を用いても良い。受信部 52、終了圧演算部 54、フロー計画部 56、システム制御部 58、復圧制御部 61 (バルブ制御部 60、圧縮機制御部 62)、供給制御部 63 (ディスペンサ制御部 64、バルブ制御部 65)、圧力受信部 66、及び H P U 制御部 67 内に必要な入力データ或いは演算された結果はその都度メモリ 51 に記憶される。

【0039】

また、記憶装置 80 内には、F C V 200 に搭載された燃料タンク 202 の圧力、温度、及び燃料タンク 202 の容積といった F C V 情報と、F C V 情報から演算される水素ガスの残量と、燃料タンク 202 に充填すべき最終圧、及び最終温度といった充填情報との相関関係を示す変換テーブル 81 が格納される。また、記憶装置 80 内には、変換テーブル 81 から得られる結果を補正する補正テーブル 83 が格納される。

【0040】

水素ガス供給システム 500 では、水素製造装置 300 により高純度に精製された水素ガスを圧縮機 40 で圧縮する際に、圧縮機 40 の構成部品等から発生する硫黄やハロゲン等の不純物が水素ガスに混入してしまったとしても、圧縮機 40 の下流側に配置した吸着塔 70 で不純物を排除することができるのに加えて、吸着塔制御バルブシステム 110、戻り配管 92、及び吸着塔 75 を用いて、吸着塔 70 内の吸着剤に吸着された不純物が脱離して圧縮機 40 側 (1 次側) に拡散してしまうことを抑制 (F C V 等に供給される水素ガスの品質が規格 (例えば I S O 規格) から外れるのを抑制) しながら、吸着塔 70 内に残った水素ガスを効率的に利用することができる。つまり、水素ガス供給システム 500 は、水素ガスの無駄を省きつつ、F C V 等に供給される水素ガスの品質が規格 (例えば I S O 規格) から外れるのを抑制することができる。

【0041】

図 3 は、実施の形態 1 における圧縮機の内部構成の一例と、吸着塔制御バルブシステムの構成の一例とを示す構成図である。図 3 において、水素製造装置 300 から圧縮機 40 の吸込口までの構成および遮断弁 72 から多段蓄圧器 101 (及びディスペンサ 30) までの構成については記載を省略している。図 3 の例では、圧縮機 40 として、5 段の圧縮機構を備えた多段圧縮機を示している。圧縮機 40 内の各段の圧縮機構間には、圧縮された水素ガスを冷却するクーラーがそれぞれ配置される。また、1 段目の圧縮機構の吸込側には、スナッパが配置される。スナッパは、水素製造装置 300 から供給される水素ガスの脈動を緩和するアキュームタンク (バッファ) として機能する。また、ベントライン 90 (ベント配管) の途中には、オリフィス 91 (しぼり機構) が配置される。オリフ

イス 9 1 により、ベントライン 9 0 の開放による急激な圧力変動を低減できる。また、戻り配管 9 2 は、圧縮機 4 0 の吸込み側として、例えばスナッパに接続する。戻り配管 9 2 の途中には、オリフィス 9 3 (しぼり機構) が配置される。オリフィス 9 3 により、戻り配管 9 2 へ水素ガスを流す場合の急激な圧力変動を低減できる。また、圧縮機 4 0 の構成によっては、各圧縮機構を駆動するピストン等の可動部が配置されるシリンダ内で硫黄成分等の不純物が生じる場合もあり得る。そこで図 3 の例に示すように、かかるシリンダ内の圧力を開放すると共に、シリンダ内で生じた不純物を吸着塔 7 5 で吸着除去するために、シリンダリークラインを吸着塔 7 5 のガス入口と遮断弁 7 4 との間で戻り配管 9 2 に接続しても良い。また、圧縮機 4 0 内には、圧縮機 4 0 の最終段の圧縮機構の吐出側と、1 段目の圧縮機構の吸込側のスナッパとを接続する減圧配管 4 2 が流量調整弁 4 1 を介して接続される。

10

【 0 0 4 2 】

図 4 は、実施の形態 1 における水素ガス供給方法の一例の要部工程を示すフローチャート図である。図 4 において、実施の形態 1 における水素ガス供給方法は、FCV 充填工程 (1 0 2) と、蓄圧工程 (S 1 0 4) と、吸着塔減圧/再生工程 (S 1 2 1) と、圧縮機休止及び H P U アイドリング運転工程 (S 1 2 2) と、圧縮機内減圧工程 (S 1 2 4) と、パーズ制御工程 (S 1 2 8) と、いう一連の工程を実施する。蓄圧工程 (S 1 0 4) は、内部工程として、圧縮機運転および H P U 定格運転工程 (S 1 0 6) と、バルブ制御工程 (S 1 0 8) と、吸着工程 (S 1 1 0) と、判定工程 (S 1 1 2) と、いう一連の工程を実施する。なお、水素のパーズ制御工程 (S 1 2 8) は毎回実施する必要は無く、例えば、図 4 の各工程のサイクルに対して、数回のサイクルに対して 1 度実施すればよい。もちろん、毎回実施しても構わない。

20

【 0 0 4 3 】

FCV 充填工程 (1 0 2) として、FCV 2 0 0 に水素ガスを供給し、FCV 2 0 0 内の燃料タンク 2 0 2 に水素ガスを充填する。一例として、具体的には、以下のように動作する。なお、ここでは、多段圧縮機 1 0 1 に規定圧力 (例えば、8 2 M P a) の水素ガスが蓄圧されている状態から説明する。

【 0 0 4 4 】

FCV 2 0 0 が水素ステーション 1 0 2 に到来すると、水素ステーション 1 0 2 の作業員或いは FCV 2 0 0 のユーザが、ディスペンサ 3 0 のノズル 4 4 を、FCV 2 0 0 の燃料タンク 2 0 2 の受け口 (レセプタクル) に接続 (嵌合) し、固定する。FCV 2 0 0 が水素ステーション 1 0 2 内に到来し、ユーザ或いは水素ステーション 1 0 2 の作業員によってディスペンサ 3 0 のノズル 4 4 が FCV 2 0 0 の燃料タンク 2 0 2 の受け口 (レセプタクル) に接続、固定されると、車載器 2 0 4 と制御回路 3 4 (中継器) との通信が確立される。

30

【 0 0 4 5 】

次に、車載器 2 0 4 と制御回路 3 4 との通信が確立されると、車載器 2 0 4 からは、燃料タンク 2 0 2 の現在の圧力、温度、及び燃料タンク 2 0 2 の容積といった FCV 情報が、リアルタイムで出力 (発信) される。FCV 情報は、制御回路 3 4 を中継して、制御回路 1 0 0 に送信される。制御回路 1 0 0 内では、受信部 5 2 が、通信制御回路 5 0 を介してかかる FCV 情報を受信する。FCV 情報は、車載器 2 0 4 と制御回路 3 4 との通信が確立されている間、常時或いは所定のサンプリング間隔 (例えば、1 0 m 秒 ~ 数秒) で、モニタリングされる。受信された FCV 情報は、受信時刻の情報と共に、記憶装置 8 0 に記憶される。

40

【 0 0 4 6 】

終了圧演算部 5 4 は、記憶装置 8 0 から変換テーブル 8 1 を読み出し、受信された燃料タンク 2 0 2 の受信初期時の圧力 P_a 、温度 T_i 、燃料タンク 2 0 2 の容積 V 、及び外気温度 T' に対応する最終圧 P_F を演算し、予測する。また、終了圧演算部 5 4 は、記憶装置 8 0 から補正テーブル 8 3 を読み出し、変換テーブル 8 1 によって得られた数値を必用に応じて補正する。変換テーブル 8 1 のデータだけでは、得られた結果に誤差が大きい場合

50

に、実験或いはシミュレーション等により得られた結果に基づいて補正テーブル 8 3 を設ければよい。演算された最終圧 P F は、システム制御部 5 8 に出力される。

【 0 0 4 7 】

次に、フロー計画部 5 6 は、多段蓄圧器 1 0 1 を用いて、F C V 2 0 0 の燃料タンク 2 0 2 に水素ガスを差圧供給（充填）するための充填制御フロー計画を作成する。フロー計画部 5 6 は、燃料タンク 2 0 2 の圧力が最終圧 P F になるための蓄圧器の選択（蓄圧器 1 0 , 1 2 , 1 4 の選択）と多段蓄圧器 1 0 1 の切り換えタイミングを含む充填制御フローの計画を作成する。作成された充填制御フロー計画の制御データは、記憶装置 8 2 に一時的に格納される。充填制御フローの計画を行う場合に、フロー計画部 5 6 は、外部温度に応じて、圧力上昇率を設定し、かかる圧力上昇率に対応する充填速度を演算する。さらに、急激な温度上昇を抑えるために充填途中からかかる外部温度に応じて決まる圧力上昇率に対応する充填速度を演算する。外部温度に応じて決まる圧力上昇率は、変換テーブル 8 1 のデータに予め組み込まれている。これらの条件で充填制御フローが計画され、最終圧 P F に到達する充填開始からの時間 t（終了時間 1）（到達時間）が得られる。

10

【 0 0 4 8 】

そして、作成された充填制御フローに沿って、ディスペンサ 3 0（計量機）から水素ガスを動力源とする F C V 2 0 0 に搭載された燃料タンク 2 0 2 に水素ガスを充填する。具体的には、以下のように動作する。

【 0 0 4 9 】

図 5 は、実施の形態 1 における多段蓄圧器を用いて水素燃料の差圧充填を行う場合の充填の仕方を説明するための図である。図 5 において縦軸は圧力を示し、横軸は時間を示す。F C V 2 0 0 に水素燃料の差圧充填を行う場合、通常、予め、多段蓄圧器 1 0 1 の各蓄圧器 1 0 , 1 2 , 1 4 は、同じ圧力 P 0（例えば、8 2 M P a）に蓄圧されている。一方、水素ステーション 1 0 2 に到来した F C V 2 0 0 の燃料タンク 2 0 2 は圧力 P a になっている。かかる状態から F C V 2 0 0 の燃料タンク 2 0 2 に充填を開始する場合について説明する。

20

【 0 0 5 0 】

まず、1 s t バンクとなる例えば蓄圧器 1 0 から燃料タンク 2 0 2 に充填を開始する。具体的には、以下のように動作する。供給制御部 6 3 は、システム制御部 5 8 による制御のもと、供給部 1 0 6 を制御して、F C V 2 0 0 の燃料タンク 2 0 2 に蓄圧器 1 0 から水素燃料を供給させる。具体的には、システム制御部 5 8 は、ディスペンサ制御部 6 4、及びバルブ制御部 6 5 を制御する。ディスペンサ制御部 6 4 は、通信制御回路 5 0 を介してディスペンサ 3 0 の制御回路 3 4 と通信し、ディスペンサ 3 0 の動作を制御する。具体的には、まず、制御回路 3 4 は、ディスペンサ 3 0 内の流量調整弁 2 9 の開度を演算された充填速度 M になるように調整する。そして、バルブ制御部 6 5 は、通信制御回路 5 0 を介して、バルブ 2 2 , 2 4 , 2 6 に制御信号を出力し、各バルブの開閉を制御する。具体的には、バルブ 2 2 を開にして、バルブ 2 4 , 2 6 を閉に維持する。これにより、蓄圧器 1 0 から燃料タンク 2 0 2 に水素燃料が供給される。蓄圧器 1 0 と燃料タンク 2 0 2 との差圧によって蓄圧器 1 0 内に蓄圧された水素燃料は燃料タンク 2 0 2 側へと調整された充填速度で移動し、燃料タンク 2 0 2 の圧力は点線 P t に示すように徐々に上昇していく。それに伴い、蓄圧器 1 0 の圧力（「1 s t」で示すグラフ）は徐々に減少する。そして、1 s t バンクの使用下限圧力に到達した、充填開始から時間 T 1 が経過した時点で、蓄圧器 1 0 から 2 n d バンクとなる例えば蓄圧器 1 2 に使用する蓄圧器が切り替えられる。具体的には、バルブ制御部 6 5 は、通信制御回路 5 0 を介して、バルブ 2 2 , 2 4 , 2 6 に制御信号を出力し、各バルブの開閉を制御する。具体的には、バルブ 2 2 を閉、バルブ 2 4 を開にして、バルブ 2 6 を閉に維持する。これにより、蓄圧器 1 2 と燃料タンク 2 0 2 との差圧が大きくなるため、充填速度が速い状態を維持できる。

30

40

【 0 0 5 1 】

そして、2 n d バンクとなる例えば蓄圧器 1 2 と燃料タンク 2 0 2 との差圧によって蓄圧器 1 2 内に蓄圧された水素燃料は燃料タンク 2 0 2 側へと、同じく調整された充填速度

50

で移動し、燃料タンク 202 の圧力は点線 P t に示すように徐々にさらに上昇していく。それに伴い、蓄圧器 12 の圧力（「2nd」で示すグラフ）は徐々に減少する。そして、2ndバンクの使用下限圧力に到達した、充填開始から時間 T 2 が経過した時点で、蓄圧器 12 から 3rdバンクとなる例えば蓄圧器 14 に使用する蓄圧器が切り替えられる。具体的には、バルブ制御部 65 は、通信制御回路 50 を介して、バルブ 22, 24, 26 に制御信号を出力し、各バルブの開閉を制御する。具体的には、バルブ 24 を閉、バルブ 26 を開にして、バルブ 22 を閉に維持する。これにより、蓄圧器 14 と燃料タンク 202 との差圧が大きくなるため、充填速度が速い状態を維持できる。

【0052】

そして、3rdバンクとなる例えば蓄圧器 14 と燃料タンク 202 との差圧によって蓄圧器 14 内に蓄圧された水素燃料は燃料タンク 202 側へと調整された充填速度で移動し、燃料タンク 202 の圧力は点線 P t に示すように徐々にさらに上昇していく。それに伴い、蓄圧器 14 の圧力（「3rd」で示すグラフ）は徐々に減少する。そして、3rdバンクとなる蓄圧器 14 によって燃料タンク 202 の圧力が演算された最終圧 P F（例えば 65 ~ 81 MPa）になるまで充填する。

10

【0053】

以上のように、1stバンクから順に水素ガスを燃料タンク 202 に充填していくことになる。上述した例では、水素ステーション 102 に到来する F C V 200 の燃料タンク 202 の圧力 P 1 が予め設定された低圧バンクとなる蓄圧器 10 の使用下限圧力程度よりも十分に低い圧力であった場合を示している。一例としては、満充填（満タン）時の例えば 1/2 以下といった十分に低い状態の場合を示している。かかる場合には、F C V 200 の燃料タンク 202 の圧力を最終圧 P F に急速充填するためには、例えば 3 本の蓄圧器 10, 12, 14 が必要である。但し、水素ステーション 102 に到来する F C V 200 は、燃料タンク 202 の圧力が十分に低い場合に限るものではない。燃料タンク 202 の圧力が満充填時の例えば 1/2 より高い場合、例えば 2 本の蓄圧器 10, 12 で足りる場合もあり得る。さらに、燃料タンク 202 の圧力が高い場合、例えば 1 本の蓄圧器 10 で足りる場合もあり得る。いずれにしても、蓄圧器 10, 12, 14 の間で使用する蓄圧器を切り替えることになる。

20

【0054】

F C V 200 の燃料タンク 202 への水素ガスの充填（供給）が終了すると、ディスプレイ 30 のノズル 44 を F C V 200 の燃料タンク 202 の受け口（レセプタクル）から外し、ユーザは、例えば充填量に応じた料金を支払って、水素ステーション 102 から退場することになる。

30

【0055】

蓄圧工程（S 104）として、圧縮機 40 により水素ガスを圧縮し、水素ガスを蓄圧する蓄圧器側に圧縮された水素ガスを供給する。具体的には、以下のように動作する。

【0056】

圧縮機運転および H P U 定格運転工程（S 106）として、多段蓄圧器 101 により F C V 200 への水素充填が開始され、多段蓄圧器 101 内のいずれかの蓄圧器内の圧力が低下した場合、及び/或いは多段蓄圧器 101 からの水素供給では F C V 200 への充填量が不足している場合、H P U 制御部 67 の制御のもと、水素製造装置 300 がアイドリング運転から定格運転（例えば 100% 負荷運転）へと移行し、水素ガス製造量を増加させる。その際、バルブ制御回路 60 は、開放弁 319 を閉に、バルブ 328 を開にしておく。そして、圧縮機制御部 62 の制御のもと、圧縮機 40 が運転を開始し、水素製造装置 300 から供給された低圧の水素ガスを圧縮し、吐出する。

40

【0057】

バルブ制御工程（S 108）として、バルブ制御回路 60 は、蓄圧器側に圧縮された水素ガスを供給するべく、吸着塔制御バルブシステム 110 を制御する。

【0058】

図 6 は、実施の形態 1 における蓄圧工程時における吸着塔制御バルブシステムの動作を

50

説明するための図である。図 6 において、バルブ制御回路 60 は、遮断弁 73, 74 を閉に制御し、遮断弁 71, 72 を閉から開に制御する。

【0059】

吸着工程 (S110) として、吸着剤が配置された吸着塔 70 を用いて、圧縮機 40 から吐出される水素ガス中の不純物を吸着塔 70 内の吸着剤に吸着させる。そして、不純物が吸着され、高純度となった水素ガスを吸着塔 70 のガス出口から多段蓄圧器 101 側へと供給する。

【0060】

また、バルブ制御部 60 は、バルブ 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28 が閉じた状態から、例えば、バルブ 25 を開にする。

10

【0061】

そして、圧縮機 40 の運転によって、低圧 (例えば 0.6 MPa) から圧縮され、吸着塔 70 内の吸着剤によって不純物が吸着された水素ガスを蓄圧器 14 の圧力が所定の圧力 P0 (例えば、82 MPa) になるまで蓄圧器 14 に水素ガスを充填することで蓄圧器 14 を蓄圧 (復圧) する。

【0062】

次に、バルブ制御部 60 は、バルブ 25 を閉じて、代わりにバルブ 23 を開にする。

【0063】

そして、同様に、蓄圧器 12 の圧力が所定の圧力 P0 (例えば、82 MPa) になるまで蓄圧器 12 に水素ガスを充填することで蓄圧器 12 を蓄圧 (復圧) する。

20

【0064】

次に、バルブ制御部 60 は、バルブ 23 を閉じて、代わりにバルブ 21 を開にする。

【0065】

そして、同様に、蓄圧器 10 の圧力が所定の圧力 P0 (例えば、82 MPa) になるまで蓄圧器 10 に水素ガスを充填することで蓄圧器 10 を蓄圧 (復圧) する。

【0066】

判定工程 (S112) として、システム制御部 58 は、多段蓄圧器 101 のすべての蓄圧器 10, 12, 14 が所定の圧力 P0 (例えば、82 MPa) まで蓄圧されたかどうかを判定する。まだ所定の圧力 P0 (例えば、82 MPa) まで蓄圧されていない場合には、蓄圧を継続する。所定の圧力 P0 (例えば、82 MPa) まで蓄圧された場合には、次の工程に進む。ここでは、多段蓄圧器 101 のすべての蓄圧器 10, 12, 14 が十分に蓄圧されるまで蓄圧を継続する場合を一例として示したが、これに限るものではない。いずれかの蓄圧器 10, 12, 14 が十分に蓄圧された段階で蓄圧工程 (S104) を終了しても構わない。

30

【0067】

以上により、蓄圧器 10, 12, 14 を所定の圧力 P0 (例えば、82 MPa) になるまで蓄圧できる。これにより、多段蓄圧器 101 による FCV200 への差圧充填の準備をしておく。

【0068】

吸着塔減圧 / 再生工程 (S121) として、圧縮機 40 と吸着塔 70 とを遮断弁 71 で遮断した状態で、吸着塔 70 内の圧縮された水素ガスを、遮断弁 74 を開にして戻り配管 92 に流すことで、吸着塔 70 内を高圧から低圧に減圧する。さらに、吸着塔 70 内の圧縮された水素ガスを、遮断弁 74 を開にして戻り配管 92 に流すことで、吸着塔 70 内の吸着剤から脱離した不純物を吸着塔 75 内の吸着剤で吸着する。

40

【0069】

図 7 は、実施の形態 1 における吸着塔減圧 / 再生工程時における吸着塔制御バルブシステムの動作の一例を説明するための図である。図 7 において、バルブ制御部 60 は、遮断弁 71, 72 が開であって、遮断弁 73, 74 が閉の状態から、遮断弁 71, 72 を閉にし、遮断弁 74 を開にする。これにより、圧縮機 40 と吸着塔 70 とが遮断弁 71 で遮断される。そして、吸着塔 70 内に残っている高圧の水素ガスが戻り配管 92 を介して圧縮

50

機 40 の吸込み側に戻される。その際、戻り配管 92 にはオリフィス 93 が配置されているため、急激な圧力変動を抑制し、吸着塔 70 等の構成部品の損傷、或いは活性炭等の吸着剤の粉碎等を抑制できる。また、吸着塔 75 のガス入口側の圧力上昇を抑制でき、吸着塔 70 の使用圧力に比べて大幅に低圧下で吸着塔 75 を使用できる。吸着塔 70 内が減圧されることで、吸着していた不純物が吸着剤から脱離する。そして、内部の水素ガスの流れに乗じて戻り配管 92 に拡散する。このままでは、せっかく除去した不純物が圧縮機 40 の吸込み側に戻されてしまう。そこで、実施の形態 1 では、吸着塔 70 内の吸着剤から脱離した不純物を吸着塔 75 内の吸着剤で吸着する。これにより、吸着塔 70 の吸着剤を再生（リフレッシュ）できる。よって、吸着塔 70 を小型化し、吸着剤の搭載量が少量であった場合でも、吸着剤の吸着性能の寿命を長くすることができる。同時に、吸着塔 70 内の水素ガス中の不純物が吸着塔 75 内の吸着剤で吸着され、高純度となった水素ガスを圧縮機 40 の吸込み側に戻し再利用できる。

10

【 0070 】

図 8 は、実施の形態 1 における吸着塔減圧 / 再生工程時における吸着塔制御バルブシステムの動作の他の一例を説明するための図である。図 8 において、バルブ制御部 60 は、遮断弁 71, 72 が開であって、遮断弁 73, 74 が閉の状態から、遮断弁 71, 72 を閉にし、遮断弁 73, 74 を開にしても良い。これにより、戻り配管 92 に加えて、さらに、ベントライン 90 に吸着塔 70 内の水素ガスが放出する。これにより、吸着塔 70 内を高圧から低圧に減圧すると共に吸着塔 70 内の吸着剤から脱離した不純物をベントライン 90 に放出する。戻り配管 92 に加えて、さらに、ベントライン 90 を使用するかどうかは、適宜設定すればよい。ベントライン 90 を使用することで再利用できる水素ガス量は低減するが、吸着塔 70 内の減圧にかかる時間を短縮できる。

20

【 0071 】

或いは、遮断弁 73, 74 を同時に開にする場合に限るものではなく、遮断弁 73 と遮断弁 74 を開にする動作に時間差を設けても良い。どちらを先に開にしても構わない。

【 0072 】

圧縮機休止及び HPU アイドリング運転工程（S122）として、HPU 制御部 67 の制御のもと、水素製造装置 300 を定格運転（例えば 100% 負荷運転）からアイドリング運転（例えば 30% 負荷運転）へと移行し、水素ガス製造量を低減する。バルブ制御回路 60 は、開放弁 319 を閉から開に、バルブ 328 を開から閉に制御して、圧縮機 40 への水素ガスの供給を停止する。アイドリング運転により製造される少量の水素ガスは、開放弁 319 が開になったことで大気中に放出される。そして、圧縮機制御部 62 の制御のもと、圧縮機 40 が運転を休止（停止）する。よって、圧縮機 40 が完全に停止した状態である運転停止時には、遮断弁 71, 72 が閉じられているように制御される。

30

【 0073 】

圧縮機内減圧工程（S124）として、圧縮機制御部 62 の制御のもと、流量調整弁 41 が所定の開度で流量を調整しながら、減圧配管 42 を介して、圧縮機 40 内が圧縮機 40 の吸込み側の圧力まで減圧される。

【 0074 】

ここで、圧縮機 40 の吐出側が減圧された場合でも、圧縮機 40 の吐出口と吸着塔 70 のガス入口との間は遮断弁 71 により遮断されているので、吸着塔 70 内の吸着剤から脱離した不純物が圧縮機 40 側（1次側）に拡散してしまうことを防止或いは抑制できる。

40

【 0075 】

ページ制御工程（S128）として、制御装置 100 は、遮断弁 73 を開いて所定時間経過後に、遮断弁 74 を閉じ、遮断弁 71 を開き、運転停止中の圧縮機 40 を介して水素製造装置 300 から供給される水素ガスを吸着塔 70 に供給するように制御する。具体的には、圧縮機 40 が休止（停止）し、吸着塔 70 内が低圧に減圧された状態で、休止中の圧縮機 40 を介して水素製造装置 300 から供給される水素ガスをページガスとして吸着塔 70 に導入する。ここで、「所定時間」とは、例えば、密閉空間（遮断弁 71, 72, 73, 74 で閉じられた空間）の圧力が水素製造装置 300 からの供給圧力以下になると

50

想定される時間が相当する。配管径と配管長さ、吸着塔 70 の堆積、密閉時の圧力等から、密閉空間分のガス量とそれらが排出される時間が計算できる。

【0076】

図 9 は、実施の形態 1 における水素のパージ制御工程時における吸着塔制御バルブシステムの動作を説明するための図である。アイドリング運転中の水素製造装置 300 では、製造量は少ないものの高純度の水素ガスは製造され続けている。従来、アイドリング運転中の水素製造装置 300 で製造された水素ガスは圧縮機 40 には供給されずに、開放弁 319 を介してベントラインから放出されていた。そこで、図 9 の例では、バルブ制御部 60 は、遮断弁 71, 73 を開にし、遮断弁 72, 74 を閉にすると共に、開放弁 319 を閉じ、バルブ 328 を開に制御する。これにより、アイドリング運転中の水素製造装置 300 で製造された水素ガスは停止中の圧縮機 40 内を通過して、吸着塔 70 内に供給されると共に、ベントライン 90 から放出される。この水素ガスをパージガスとして利用して、吸着塔 70 内に導入することで、吸着剤の再生を加速できる。硫黄やハロゲン等の不純物は、例えば、圧縮機 40 の運転時のピストンの駆動により生じるピストンリング等の摺動により発生すると想定される。よって、圧縮機 40 が休止（停止）中は硫黄やハロゲン等の不純物は発生していないと考えられ、高純度を維持した水素ガスをパージガスとして利用できる。また、アイドリング運転中の水素製造装置 300 で製造された水素ガスをパージガスとして利用することで、従来廃棄していた水素ガスを活用できる。

10

【0077】

そして、次の F C V 200 が水素ステーション 102 に到来した場合には、F C V 充填工程（102）に戻り、F C V 充填工程（102）から圧縮機内減圧工程（S124）（或いはパージ制御工程（S128））までの各工程を繰り返す。

20

【0078】

以上のように、実施の形態 1 によれば、圧縮機 40 の下流側に配置される吸着剤に吸着された、水素ガスの不純物が圧縮機 40 側に拡散することを抑制しながら吸着塔 70 内に残った水素ガスを効率的に利用できる。さらに、吸着塔 70 内の吸着剤を再生でき、吸着塔 70 内の吸着剤の吸着性能を長寿命化することができる。よって、吸着塔 70 をさらに小型化することもできる。

【0079】

以上、具体例を参照しつつ実施の形態について説明した。しかし、本発明は、これらの具体例に限定されるものではない。本発明は、例えば、電気分解による水素製造装置にも適用できる。

30

【0080】

また、装置構成や制御手法等、本発明の説明に直接必要しない部分等については記載を省略したが、必要とされる装置構成や制御手法を適宜選択して用いることができる。

【0081】

その他、本発明の要素を具備し、当業者が適宜設計変更しうる全ての水素製造装置の運転方法及び水素製造装置の制御装置は、本発明の範囲に包含される。

【産業上の利用可能性】

【0082】

水素ガス供給装置および水素ガス供給方法に関し、例えば、水素ステーションに配置される水素ガス供給装置および水素ガス供給方法に利用できる。

40

【符号の説明】

【0083】

10, 12, 14 蓄圧器

11, 13, 15, 17, 318 圧力計

21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 328 バルブ

27 流量計

29 流量調整弁

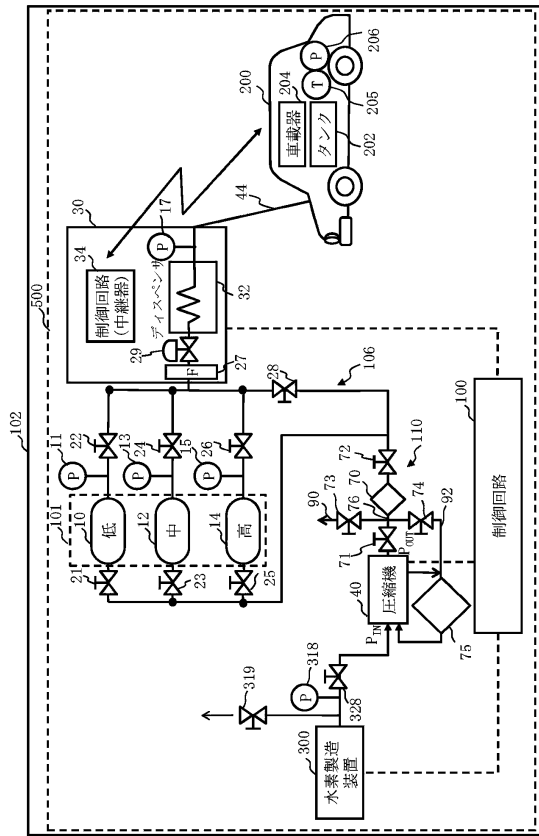
30 ディスペンサ

50

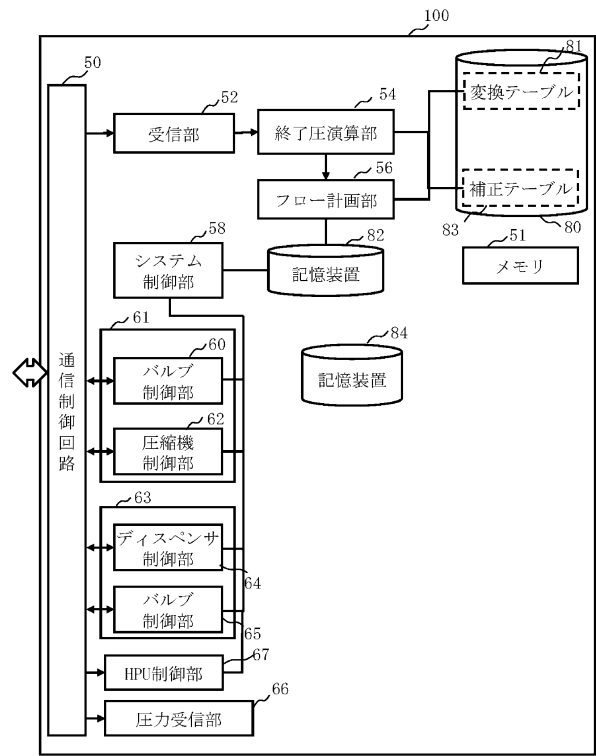
3 1	センサ	
3 2	冷却器	
3 4	制御回路	
4 0	圧縮機	
4 1	流量調整弁	
4 2	減圧配管	
4 4	ノズル	
5 0	通信制御回路	
5 1	メモリ	
5 2	受信部	10
5 4	終了圧演算部	
5 6	フロー計画部	
5 8	システム制御部	
6 0 , 6 5	バルブ制御部	
6 1	復圧制御部	
6 2	圧縮機制御部	
6 3	供給制御部	
6 4	ディスペンサ制御部	
6 6	圧力受信部	
6 7	H P U制御部	20
7 0 , 7 5	吸着塔	
7 1 , 7 2 , 7 3 , 7 4	遮断弁	
7 6	配管	
8 0 , 8 2 , 8 4	記憶装置	
8 1	変換テーブル	
8 3	補正テーブル	
9 0	ベントライン	
9 2	戻り配管	
9 1 , 9 3	オリフィス	
1 0 0	制御回路	30
1 0 1	多段蓄圧器	
1 0 2	水素ステーション	
1 0 6	供給部	
1 1 0	吸着塔制御バルブシステム	
2 0 0	F C V	
2 0 2	燃料タンク	
2 0 4	車載器	
2 0 5	温度計	
2 0 6	圧力計	
3 0 0	水素製造装置	40
3 1 9	開放弁	
5 0 0	水素ガス供給システム	

【図面】

【図 1】



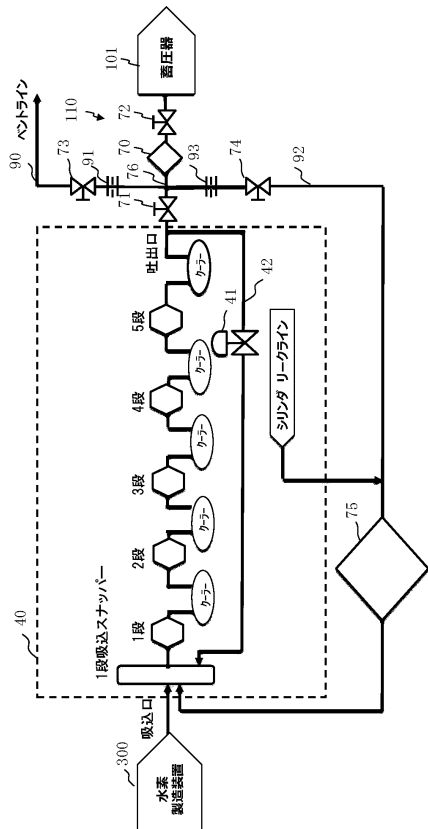
【図 2】



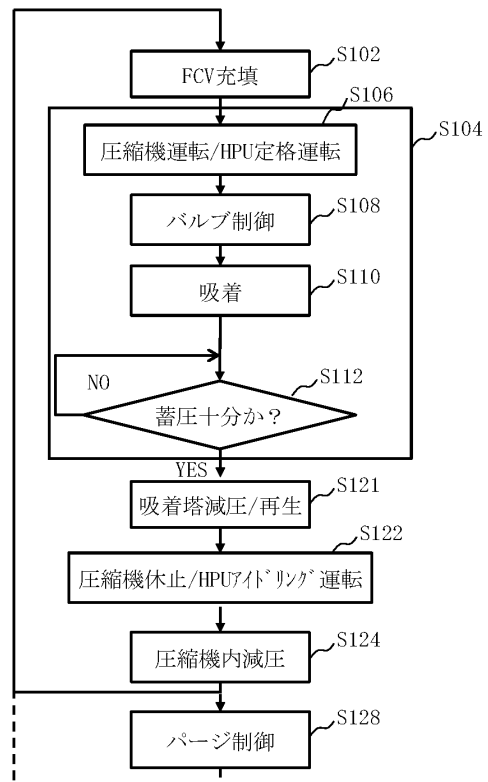
10

20

【図 3】



【図 4】

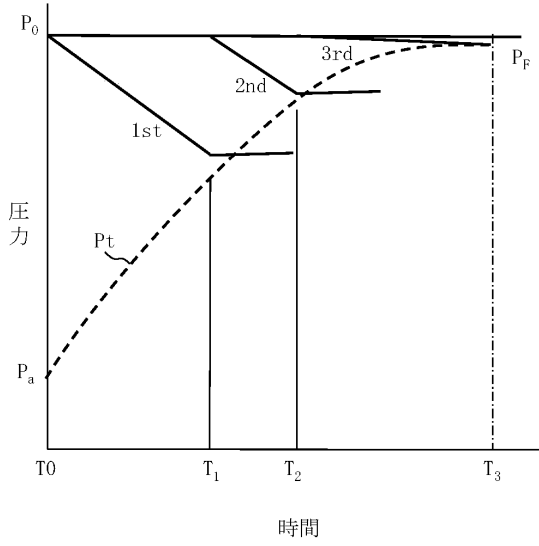


30

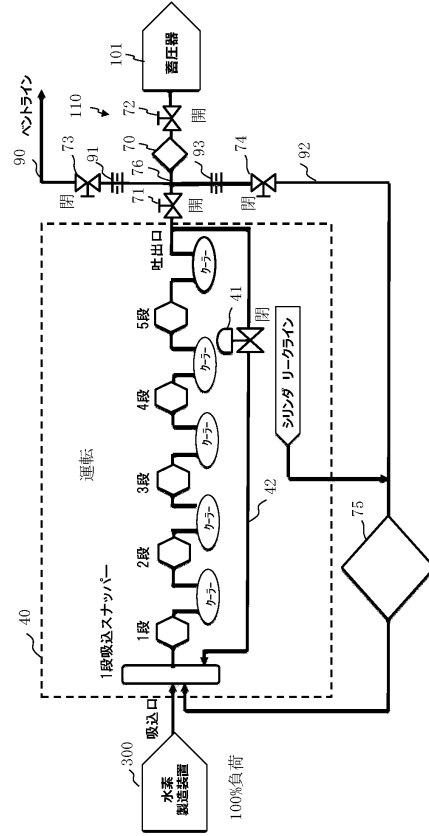
40

50

【 図 5 】



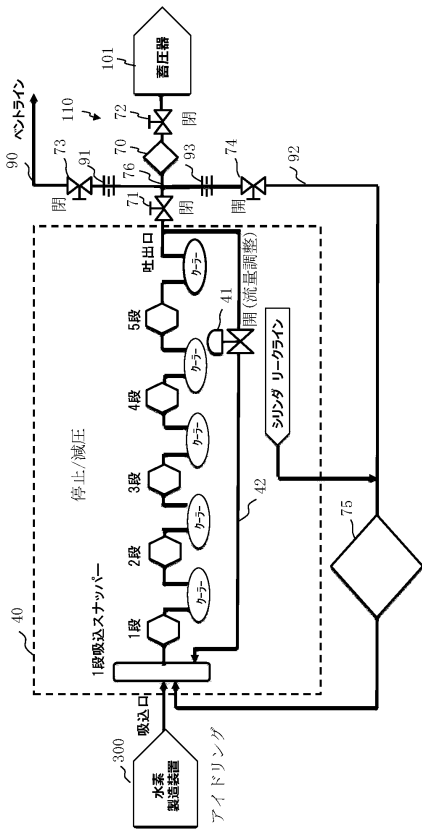
【 図 6 】



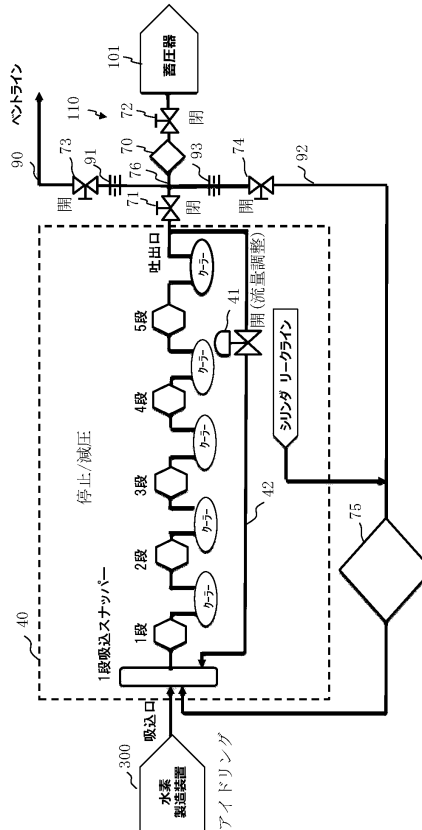
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

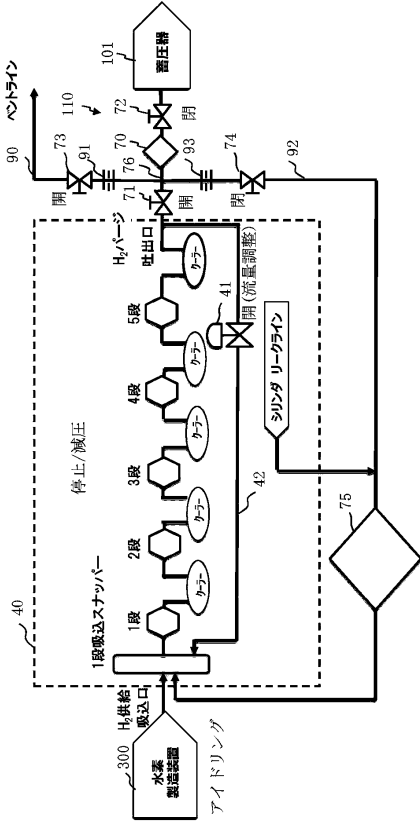


30

40

50

【 図 9 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

E N E O S 株式会社内

(72)発明者 清家 匡

東京都千代田区大手町一丁目1番2号 E N E O S 株式会社内

審査官 末松 佳記

(56)参考文献 中国特許出願公開第103998851(CN, A)

特開2017-160084(JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

C 0 1 B 3 / 0 0 - 6 / 3 4

B 0 1 J 4 / 0 0 - 7 / 0 2

B 0 1 D 5 3 / 0 2 - 5 2 / 1 2