

明 細 書

発明の名称：水素貯蔵システム、制御装置、および制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、水素貯蔵システム、制御装置、および制御方法に関する。

本願は、2022年3月30日に、日本に出願された特願2022-55838号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 水素吸蔵合金に水素を吸蔵させるときは、反応熱が発生するため、水素吸蔵合金を冷却する必要がある（例えば、特許文献1参照）。例えば移動式の水素カードルから水素吸蔵合金に水素充填する際には、大量の反応熱が発生する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開2020-170691号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、水素吸蔵合金は温度が上昇すると、吸蔵できる水素の量が減少してしまうため、水素カードルなどから水素吸蔵合金タンクに大量の水素を貯蔵させる場合においては、大量の反応熱を取り除くために、大きな冷却能力を有する水素吸蔵合金タンクの冷却システムが必要になってしまうという問題がある。

[0005] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、必要とする冷却能力を抑えることができる水素貯蔵システム、制御装置、および制御方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0006] この発明は上述した課題を解決するためになされたもので、本発明の一態様は、水素ガスを吸蔵する複数の合金タンクと、前記複数の合金タンクへの

水素ガスの充填を制御する制御装置と、を備え、前記制御装置は、前記複数の合金タンクの間で、水素ガスの充填を開始するタイミングを異ならせる、水素貯蔵システムである。

[0007] また、本発明の他の態様は、上述した水素貯蔵システムであって、前記制御装置は、前記複数の合金タンクを冷却した熱媒体の温度が、予め決められた閾値を超えたときは、前記複数の合金タンクへの水素ガスの充填を中断する。

[0008] また、本発明の他の態様は、上述した水素貯蔵システムであって、前記制御装置は、前記複数の合金タンクのうちの1つへの水素ガスの充填中に、他の合金タンクへの水素ガスの充填を開始する。

[0009] また、本発明の他の態様は、上述した水素貯蔵システムであって、前記制御装置は、前記複数の合金タンクのうちの1つへの水素ガスの充填を終了してから、他の合金タンクへの水素ガスの充填を開始する。

[0010] また、本発明の他の態様は、水素ガスを吸蔵する複数の合金タンクへの水素ガスの充填を制御する制御装置であって、前記複数の合金タンクの間で、水素ガスの充填を開始するタイミングを異ならせる、制御装置である。

[0011] また、本発明の他の態様は、水素ガスを吸蔵する複数の合金タンクへの水素ガスの充填を制御する制御方法であって、前記複数の合金タンクの間で、水素ガスの充填を開始するタイミングを異ならせる、制御方法である。

発明の効果

[0012] この発明によれば、水素貯蔵システムにおいて必要とする冷却能力を抑えることができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]この発明の一実施形態による水素貯蔵システム100の構成を示す概略ブロック図である。

[図2]同実施形態における制御装置105の動作を説明するフローチャートである。

[図3]同実施形態と比較例における熱交換器入口温度の時間遷移を示すグラフ

である。

[図4]この発明の第2の実施形態における制御装置105の動作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

[0014] <第1の実施形態>

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。図1は、この発明の一実施形態による水素貯蔵システム100の構成を示す概略ブロック図である。水素貯蔵システム100は、燃料電池などに供給するための水素を、水素吸蔵合金を用いて貯蔵するシステムである。水素貯蔵システム100は、合金タンク101、102、103、104、制御装置105、水素ガス管路106、バルブV、V1、V2、V3、V4、タンク冷却システム110を備える。合金タンク101、102、103、104の各々は、水素吸蔵合金を有し、水素吸蔵合金に水素ガスを吸蔵させる。制御装置105は、合金タンク101、102、103、104への水素ガスの充填を制御する。制御装置105は、合金タンク101、102、103、104の間で、水素ガスの充填を開始するタイミングを異ならせる。

[0015] 水素ガス管路106は、水素ガスを格納した水素カードルから合金タンク101、102、103、104へ水素ガスを充填するための管路である。水素ガス管路106の一端には、水素カードルが接続される。水素ガス管路106の他端は、枝分かれして合金タンク101、102、103、104に接続されている。水素ガス管路106の枝分かれする前の部分には、バルブVが設置されている。水素ガス管路106の枝分かれして合金タンク101に接続されている部分にはバルブV1が、合金タンク102に接続されている部分にはバルブV2が、合金タンク103に接続されている部分にはバルブV3が、合金タンク104に接続されている部分にはバルブV4が、それぞれ設置されている。このように、合金タンク101、102、103、104の各々に対応するバルブV1、V2、V3、V4が設置されているため、合金タンク101、102、103、104毎に水素ガスを充填するか

否かを制御することができる。

[0016] 合金タンク101、102、103、104は、水素ガスを吸蔵する際に反応熱を発する。タンク冷却システム110は、この反応熱を取り除く。タンク冷却システム110は、一次熱媒体管路111、温度計112、熱交換器113、ポンプ114、二次熱媒体管路115、冷却装置116、ポンプ117を備える。

[0017] 一次熱媒体管路111は、合金タンク101、102、103、104を冷却する熱媒体を、合金タンク101、102、103、104と熱交換器113の間で循環させる管路である。温度計112は、一次熱媒体管路111の熱交換器113への入口付近に設置され、熱交換器113に流入する熱媒体の温度（熱交換器入口温度）を計測する。ポンプ114は、一次熱媒体管路111内の熱媒体の流れを作る。熱交換器113は、一次熱媒体管路111を流れる熱媒体と、二次熱媒体管路115を流れる熱媒体の間で熱交換を行い、一次熱媒体管路111内の熱媒体を冷却する。二次熱媒体管路115は、熱交換器113と、冷却装置116の間で熱媒体を循環させる管路である。冷却装置116は、二次熱媒体管路115を流れる熱媒体を冷却する。ポンプ117は、二次熱媒体管路115内の熱媒体の流れを作る。

[0018] 図2は、本実施形態における制御装置105の動作を説明するフローチャートである。

水素カードルが水素ガス管路106に接続され、バルブVが開かれて、水素ガスの供給が開始されると、 $n = 1$ として、制御装置105は、バルブ V_n を開く（ステップS a 1）。これにより、合金タンク101への水素ガスの充填が開始される。一定時間経過後、制御装置105は、温度計112が計測した熱交換器入口温度を取得する（ステップS a 2）。次に、制御装置105は、取得した熱交換器入口温度が、閾値 X_t 以下か否かを判定する（ステップS a 3）。閾値 X_t は、予め決められた値であり、例えば、 30°C から 80°C の間の値である。

[0019] ステップS a 3にて、閾値 X_t 以下でない、すなわち閾値 X_t を超えたと

判定したときは、制御装置105は、バルブV_nを閉じ（ステップS a 9）、充填を中断し、一定時間経過後に、処理はステップS a 1に戻る。一方、ステップS a 3にて、閾値X_t以下であると判定したときは、制御装置105は、バルブV_nを開いてから予め決められた閾値時間を経過したか否かを判定する（ステップS a 4）。ステップS a 4において、閾値時間を経過していないと判定したときは（ステップS a 4－No）、一定時間経過後に、処理は、ステップS a 2に戻る。一方、ステップS a 4において、閾値時間を経過していると判定したときは（ステップS a 4－Yes）、制御装置105は、バルブV_{n+1}を開き（ステップS a 5）、 $n = n + 1$ とする。ここで、閾値時間は、全充填時間の上限値T（例えば、2時間）を、合金タンク101、102、103、104の数Aで割った値よりも小さい値である。

[0020] 次に、制御装置105は、水素ガスの供給を開始してから、全充填時間の上限値Tだけ経過したか否かを判定する（ステップS a 6）。ステップS a 6にて、経過していないと判定したときは（ステップS a 6－No）、一定時間経過した後、処理は、ステップS a 2に戻る。一方、ステップS a 6にて、経過していると判定したときは（ステップS a 6－Yes）、制御装置105は、バルブVを閉じて、水素ガスの供給を終了し（ステップS a 7）、バルブV₁、V₂、V₃、V₄を開く（ステップS a 8）。

[0021] このように、バルブV₁、V₂、V₃、V₄は、それぞれ閾値時間の間隔において開かれるので、合金タンク101、102、103、104は、それぞれ閾値時間の間隔において水素ガスの充填が開始される。なお、ステップS a 4における条件を、閾値時間を経過したこととしたが、熱交換器入口温度が下降傾向にあること、熱交換器入口温度が一定の温度以下であること、あるいは、これらと閾値時間を経過したこととのうちの複数の組み合わせとしてもよい。また、閾値時間は、 n の値が大きいほど大きくするなど、 n の値によって変えてもよい。

[0022] 図3は、本実施形態と比較例における熱交換器入口温度の時間遷移を示す

グラフである。図3のグラフにおいて、横軸は時間であり、縦軸は熱交換器入口温度（℃）である。本実施形態における熱交換器入口温度をグラフL1に示す。グラフL1に示すように、本実施形態における熱交換器入口温度の時間遷移は、閾値時間ごとに上昇と下降とを繰り返す。比較例のグラフL2は、合金タンク101、102、103、104への水素ガスの充填を同時に始めた場合の熱交換器入口温度の時間遷移である。この場合、充填開始直後に急激に温度が上昇してしまう。このように、本実施形態では、急激な温度上昇を抑制することができるため、タンク冷却システム110に要求される冷却能力を抑えることができる。

[0023] <第2の実施形態>

第1の実施形態では、バルブV_nを開いたまま、次のバルブV_{n+1}を開いたが、第2の実施形態では、バルブV_nを閉じてから、次のバルブV_{n+1}を開く。第2の実施形態における水素貯蔵システム100の構成は図1と同様である。ここでは、第1の実施形態と異なる部分のみを説明する。

[0024] 図4は、この発明の第2の実施形態における制御装置105の動作を説明するフローチャートである。図4のフローチャートは、図2とは、ステップS_{a4}とステップS_{a5}の間に、ステップS_{b1}が挿入されている点が変わる。ステップS_{b1}では、制御装置105は、バルブV_nを閉じる。このようにしても、第1の実施形態と同様に、温度上昇を抑えることができるため、タンク冷却システム110に要求される冷却能力を抑えることができる。

[0025] なお、上述の各実施形態において、合金タンク101～104、バルブV₁～V₄は、それぞれ4つとしたが、複数であればよく、4つでなくてもよい。また、合金タンク101～104の各々は、複数の合金タンクから構成されていてもよい。

[0026] また、図1における制御装置105の機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより制御装置105を実現してもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム

」とは、OSや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。

[0027] また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良く、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであっても良い。

[0028] 以上、図面を参照してこの発明の実施形態を詳述してきたが、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変更等も含まれる。

符号の説明

[0029] 100 水素貯蔵システム
101、102、103、104 合金タンク
105 制御装置
106 水素ガス管路
110 タンク冷却システム
111 一次熱媒体管路
112 温度計
113 熱交換器
114、117 ポンプ
115 二次熱媒体管路
116 冷却装置
V、V1、V2、V3、V4 バルブ

請求の範囲

- [請求項1] 水素ガスを吸蔵する複数の合金タンクと、
前記複数の合金タンクへの水素ガスの充填を制御する制御装置と、
を備え、
前記制御装置は、前記複数の合金タンクの間で、水素ガスの充填を開始するタイミングを異ならせる、
水素貯蔵システム。
- [請求項2] 前記制御装置は、前記複数の合金タンクを冷却した熱媒体の温度が、
予め決められた閾値を超えたときは、前記複数の合金タンクへの水素ガスの充填を中断する、請求項1に記載の水素貯蔵システム。
- [請求項3] 前記制御装置は、前記複数の合金タンクのうちの1つへの水素ガスの充填中に、他の合金タンクへの水素ガスの充填を開始する、請求項1に記載の水素貯蔵システム。
- [請求項4] 前記制御装置は、前記複数の合金タンクのうちの1つへの水素ガスの充填を終了してから、他の合金タンクへの水素ガスの充填を開始する、請求項1に記載の水素貯蔵システム。
- [請求項5] 水素ガスを吸蔵する複数の合金タンクへの水素ガスの充填を制御する制御装置であって、前記複数の合金タンクの間で、水素ガスの充填を開始するタイミングを異ならせる、制御装置。
- [請求項6] 水素ガスを吸蔵する複数の合金タンクへの水素ガスの充填を制御する制御方法であって、前記複数の合金タンクの間で、水素ガスの充填を開始するタイミングを異ならせる、制御方法。