

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年4月6日(06.04.2023)



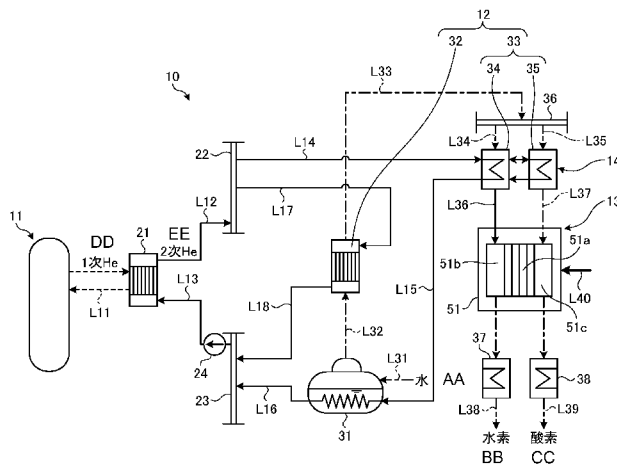
(10) 国際公開番号

WO 2023/053546 A1

- (51) 国際特許分類:
C25B 9/00 (2021.01) C25B 15/027 (2021.01)
C25B 9/23 (2021.01) C25B 1/042 (2021.01)
C25B 9/67 (2021.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/017840
- (22) 国際出願日: 2022年4月14日(14.04.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2021-161626 2021年9月30日(30.09.2021) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 中桐 基裕 (NAKAGIRI, Motohiro); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 碓井 志典 (USUI, Yukinori); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 浅野 耕司 (ASANO, Koji); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 松尾 健 (MATSUO, Takeshi); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 岩淵 宏之 (IWABUCHI, Hiroyuki); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 原 伸英 (HARA, Nobuhide); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 小城 育昌 (KOSHIRO, Ikumasa); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

(54) Title: HYDROGEN PRODUCTION SYSTEM AND HYDROGEN PRODUCTION METHOD

(54) 発明の名称: 水素製造システムおよび水素製造方法



AA Water
BB Hydrogen
CC Oxygen
DD Primary
EE Secondary

(57) Abstract: According to the present invention, a hydrogen production system and a hydrogen production method involve a heat exchanger that heats water vapor using a heat medium that has been heated by thermal energy of at least 600°C, a high-temperature water vapor electrolysis device that produces hydrogen using the water vapor, and a heating device that heats the high-temperature water vapor electrolysis device using the water vapor.



WO 2023/053546 A1

〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3
号 三菱重工株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 弁理士法人 酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関 3 丁目 8 番 1 号 虎の門三井ビルディング Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 水素製造システムおよび水素製造方法において、600℃以上の熱エネルギーにより加熱された熱媒体を用いて水蒸気を加熱する熱交換器と、水蒸気を用いて水素を製造する高温水蒸気電解装置と、水蒸気を用いて高温水蒸気電解装置を加熱する加熱装置と、を備える。

明 細 書

発明の名称：水素製造システムおよび水素製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、水素製造システムおよび水素製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 水素製造技術の一つとして、高温水蒸気電解法がある。電解法は、原料が安価であり、水素製造プロセスにおいて二酸化炭素（CO₂）が発生しないというメリットがある。しかし、電解法は、電気分解により水素を生成するものであるため、電気エネルギーのコストが高いという課題がある。そこで、700℃以上の高温水蒸気を電気分解することで、電気分解に要する電気エネルギーを減少する高温水蒸気電解法が考えられる。

[0003] ところが、700℃以上の高温水蒸気を生成することは困難であり、従来、ボイラや電気炉などにより水を昇温して水蒸気を生成し、この水蒸気を電気分解して水素を生成している。また、水の分解は、吸熱反応であり、1モルの水を電気分解するときに、外部から286ジュールの熱を供給する必要がある。そのため、従来、水の電気分解時の吸熱と水蒸気の顕熱を水電解セルのジュール熱で補いながら、水蒸気を700℃～900℃として電気分解している。このような従来の水素製造装置として、例えば、下記特許文献1に記載されたものがある。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2020-041202号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 高温水蒸気電解法による水素製造装置は、高温水蒸気を利用することによって水の電気分解にかかる電気エネルギーを減少させることができる。しかし、現実には、従来の水素製造装置は、水の電気分解の運転温度に相当する温

度の高温水蒸気の生成エネルギーを必要な電気エネルギーにより賄うと共に、水の電気分解の吸熱反応も電気エネルギーで賄っている。すなわち、従来の水素製造装置は、水電解の吸熱と水電解セルの発熱がバランスする熱中立点の電位、または、熱中立点の電位以上の電位で運転しており、電気エネルギーを多く消費する。高温水蒸気電解法による水素製造は、コストの大半が電力であり、この電力を再生可能エネルギーでその大半を賄うことができれば、二酸化炭素を削減することができる。しかし、再生可能エネルギーは、電力の供給が不安定であるため、大規模で安定的な水素製造に適用することは困難である。一方で、火力発電システムにより生成した電気エネルギーは、二酸化炭素の発生が伴ってしまう。

[0006] 本開示は、上述した課題を解決するものであり、エネルギーコストの低減を図ると共に二酸化炭素の発生を抑制する水素製造システムおよび水素製造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

[0007] 上記の目的を達成するための本開示の水素製造システムは、600℃以上の熱エネルギーにより加熱された熱媒体を用いて水蒸気を加熱する熱交換器と、前記水蒸気を用いて水素を製造する高温水蒸気電解装置と、前記水蒸気を用いて前記高温水蒸気電解装置を加熱する加熱装置と、を備える。

[0008] また、本開示の水素製造方法は、600℃以上の熱エネルギーを発生させる工程と、前記熱エネルギーにより加熱された熱媒体を使用して水蒸気を加熱する工程と、前記水蒸気を用いて高温水蒸気電解装置を加熱する工程と、前記水蒸気を用いて前記高温水蒸気電解装置により水素を製造する工程と、を有する。

発明の効果

[0009] 本開示の水素製造システムおよび水素製造方法によれば、エネルギーコストの低減を図ることができると共に、二酸化炭素の発生を抑制することができる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]図1は、第1実施形態の水素製造システムを表す概略構成図である。
- [図2]図2は、高温水蒸気電解セルを表す概略図である。
- [図3]図3は、電流密度と熱エネルギーとの関係を表すグラフである。
- [図4]図4は、第2実施形態の水素製造システムにおける高温水蒸気電解セルに対する水蒸気の流れを表す概略図である。
- [図5]図5は、水素エジェクタを表す概略図である。
- [図6]図6は、第3実施形態の水素製造システムを表す概略構成図である。

発明を実施するための形態

- [0011] 以下に図面を参照して、本開示の好適な実施形態を詳細に説明する。なお、この実施形態により本開示が限定されるものではなく、また、実施形態が複数ある場合には、各実施形態を組み合わせるものも含むものである。また、実施形態における構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のもの、いわゆる均等の範囲のものが含まれる。

- [0012] [第1実施形態]

<水素製造システム>

図1は、第1実施形態の水素製造システムを表す概略構成図である。

- [0013] 第1実施形態において、図1に示すように、水素製造システム10は、熱源11と、中間熱交換器（熱交換器）12と、固体電解質型の高温水蒸気電解装置（SOEC）13と、加熱装置14とを備える。

- [0014] 熱源11は、高温ガス炉であり、900℃以上の熱エネルギーを発生可能である。なお、熱源11は、高温ガス炉に限定されるものではなく、600℃以上の熱エネルギーを発生可能なものであればよい。熱源としては、例えば、電気炉、ヘリオスタット式太陽熱集光装置、ボイラおよびボイラ排熱、ガスタービン排熱などを適用してもよい。

- [0015] 熱源11としての高温ガス炉は、燃料の被覆にセラミックス材料を使用し、冷却材をヘリウムとし、減速材を黒鉛とする原子炉である。高温ガス炉は、900℃以上の熱媒体としてのヘリウムガスを生成可能である。熱源11としての高温ガス炉は、循環経路L11が連結される。循環経路L11は、

熱源 11 の他に、中間熱交換器 21 が連結される。中間熱交換器 21 は、供給経路 L12 の一端部および戻り経路 L13 の一端部が連結される。

[0016] 中間熱交換器 21 は、循環経路 L11 を流れる 1 次ヘリウム（1 次熱媒体）と供給経路 L12 のおよび戻り経路 L13 を流れる 2 次ヘリウム（2 次熱媒体）との間で熱交換を行う。すなわち、中間熱交換器 21 は、循環経路 L11 を流れる、例えば、950℃の 1 次ヘリウムにより供給経路 L12 および戻り経路 L13 を流れる 2 次ヘリウムを、例えば、900℃に加熱する。

[0017] 供給経路 L12 は、他端部に供給ヘッド 22 が連結される。戻り経路 L13 は、他端部に戻りヘッド 23 が連結される。戻り経路 L13 は、循環機 24 が設けられる。水素製造システム 10 は、熱源 11 で発生した 900℃以上の熱エネルギーで加熱された熱媒体としての 2 次ヘリウムを用いて水素を製造するものである。

[0018] 高温水蒸気電解装置 13 は、固体電解質型電解セルとしての高温水蒸気電解セル 51 を用い、約 700℃～900℃の高温で水電解により水素製造するものである。高温水蒸気電解装置 13 は、電解質層 51a と、多孔質水素電極層 51b と、多孔質酸素電極層 51c とを有する。

[0019] 高温水蒸気電解セル 51 は、後述するが、平板形状をなす。電解質層 51a は、酸素イオン導電体の固体電解質からなる平板形状をなす電解質膜である。電解質層 51a は、一方側の面に多孔質水素電極層 51b が配置され、他方側の面に多孔質酸素電極層 51c が配置される。ここで、多孔質水素電極層 51b は、平板形状をなし、水素側の陰極電極である。また、多孔質酸素電極層 51c は、平板形状をなし、酸素側の陽極電極である。

[0020] 蒸気発生器 31 は、2 次ヘリウムの熱エネルギーにより水を加熱して水蒸気を生成する。蒸気発生器 31 は、水供給経路 L31 が連結されると共に、第 1 水蒸気供給経路 L32 の一端部が連結される。中間熱交換器 12 は、第 1 熱交換器 32 と、第 2 熱交換器 33 とを有する。第 2 熱交換器 33 は、水素側熱交換器 34 と、酸素側熱交換器 35 とを有する。第 1 熱交換器 32 は、第 1 水蒸気供給経路 L32 の他端部が連結されると共に、第 2 水蒸気供給

経路L 3 3の一端部が連結される。第2水蒸気供給経路L 3 3は、他端部が水蒸気ヘッド3 6に連結される。水蒸気ヘッド3 6は、第3水蒸気供給経路L 3 4および第4水蒸気供給経路L 3 5の一端部が連結される。水素側熱交換器3 4は、第3水蒸気供給経路L 3 4の他端部が連結されると共に、水素側水蒸気供給経路L 3 6の一端部が連結される。酸素側熱交換器3 5は、第4水蒸気供給経路L 3 5の他端部が連結されると共に、酸素側水蒸気供給経路L 3 7の一端部が連結される。

[0021] 第1熱交換器3 2は、2次ヘリウムの熱エネルギーにより水蒸気を過熱して過熱水蒸気を生成する。第2熱交換器3 3における水素側熱交換器3 4は、2次ヘリウムの熱エネルギーにより過熱水蒸気を更に過熱する。また、第2熱交換器3 3における酸素側熱交換器3 5は、2次ヘリウムの熱エネルギーにより過熱水蒸気を更に過熱する。水蒸気供給経路L 3 2, L 3 3にて、水蒸気の流れ方向の上流側に第1熱交換器3 2が配置され、第1熱交換器3 2より下流側に水蒸気ヘッド3 6が配置され、水蒸気ヘッド3 6より下流側に第2熱交換器3 3が配置される。第2熱交換器3 3としての水素側熱交換器3 4と酸素側熱交換器3 5は、水蒸気供給経路L 3 3の下流側に並列に配置される。

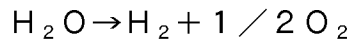
[0022] 高温水蒸気電解装置1 3にて、高温水蒸気電解セル5 1は、水素側水蒸気供給経路L 3 6および酸素側水蒸気供給経路L 3 7の他端部が連結される。水素側水蒸気供給経路L 3 6は、多孔質水素電極層5 1 bの入口側に連結され、酸素側水蒸気供給経路L 3 7は、多孔質酸素電極層5 1 cの入口側に連結される。高温水蒸気電解装置1 3は、水素ガス排出経路L 3 8と酸素ガス排出経路L 3 9が連結される。高温水蒸気電解装置1 3は、多孔質水素電極層5 1 bの出口側に水素ガス排出経路L 3 8が連結され、多孔質酸素電極層5 1 cの出口側に酸素ガス排出経路L 3 9が連結される。水素ガス排出経路L 3 8および酸素ガス排出経路L 3 9は、それぞれ熱回収器3 7, 3 8が設けられる。熱回収器3 7, 3 8は、発生した水素や酸素の熱を回収し、例えば、第1水蒸気供給経路L 3 2を流れる水蒸気を加熱する。

- [0023] また、高温水蒸気電解装置 13 は、電力供給経路 L40 が接続され、外部から電力（電気エネルギー）が供給可能である。
- [0024] 高温水蒸気電解装置 13 は、2次ヘリウムの熱エネルギーにより加熱された水蒸気を用いると共に、電力供給経路 L40 から供給された電気エネルギーを用いて水素を製造する。加熱装置 14 は、2次ヘリウムの熱エネルギーにより加熱された水蒸気を用いて高温水蒸気電解装置 13 の高温水蒸気電解セル 51 を加熱する。この場合、加熱装置 14 は、高温水蒸気電解装置 13 が水素を製造するときに吸熱反応により損失する熱エネルギーを補う。
- [0025] 供給ヘッド 22 は、熱媒体供給経路 L14 により第2熱交換器 33 が連結される。この場合、熱媒体供給経路 L14 は、下流端部が2つに分岐し、一方が水素側熱交換器 34 に連結され、他方が酸素側熱交換器 35 に連結される。第2熱交換器 33 は、熱媒体供給経路 L15 により蒸気発生器 31 に連結される。この場合、熱媒体供給経路 L15 は、上流端部が2つに分岐し、一方が水素側熱交換器 34 に連結され、他方が酸素側熱交換器 35 に連結される。蒸気発生器 31 は、熱媒体供給経路 L16 により戻りヘッド 23 に連結される。すなわち、供給ヘッド 22 の2次ヘリウムは、熱媒体供給経路 L14 により第2熱交換器 33（水素側熱交換器 34、酸素側熱交換器 35）に供給されて水蒸気を過熱し、第2熱交換器 33 から熱媒体供給経路 L15 により蒸気発生器 31 に供給されて水を加熱し、蒸気発生器 31 から熱媒体供給経路 L16 により戻りヘッド 23 に戻される。
- [0026] また、供給ヘッド 22 は、熱媒体供給経路 L17 により第1熱交換器 32 が連結される。第1熱交換器 32 は、熱媒体供給経路 L18 により戻りヘッド 23 が連結される。すなわち、供給ヘッド 22 の2次ヘリウムは、熱媒体供給経路 L17 により第1熱交換器 32 に供給されて水蒸気を過熱する。
- [0027] 加熱装置 14 は、水蒸気を加熱する中間熱交換器 12 として設けられる。加熱装置 14 は、特に、第2熱交換器 33 としての水素側熱交換器 34 とおよび酸素側熱交換器 35 により構成される。加熱装置 14 は、第2熱交換器 33（水素側熱交換器 34、酸素側熱交換器）により過熱された過熱水蒸気

を高温水蒸気電解セル51（多孔質水素電極層51b、多孔質酸素電極層51c）に供給することで、高温水蒸気電解セル51を加熱する。

[0028] 高温水蒸気電解セル51は、水素側水蒸気供給経路L36から高温の過熱水蒸気が多孔質水素電極層51bに供給される。高温水蒸気電解セル51は、電力供給経路L40から電力が供給され、多孔質水素電極層51bおよび多孔質酸素電極層51cに電圧が印加される。電圧を印加することで、水蒸気は、多孔質水素電極層51bで電気分解され、水素が発生する。発生した水素は、水素ガス排出経路L38に排出される。一方、多孔質水素電極層51bで電気分解されて発生した酸素イオンは、電解質層51aを透過し、多孔質酸素電極層51cで酸素が発生し、発生した酸素が酸素ガス排出経路L39に排出される。

[0029] 高温水蒸気電解装置13は、下記式に応じた電気分解反応に基づいて水素と酸素が生成される。



[0030] <高温水蒸気電解セル>

図2は、高温水蒸気電解セルを表す概略図である。

[0031] 図1および図2に示すように、高温水蒸気電解セル51は、平板形状をなす固体電解質型の水蒸気電解装置である。高温水蒸気電解セル51は、平板形状をなす電解質層51aにおける一方側の面に平板形状をなす多孔質水素電極層51bが配置され、他方側の面に平板形状をなす多孔質酸素電極層51cが配置されて構成される。また、多孔質水素電極層51bの外側に水素側セパレータ51dが配置され、多孔質酸素電極層51cの外側に酸素側セパレータ51eが配置される。

[0032] 高温水蒸気電解セル51は、内部に第1流路L51と第2流路L52が設けられる。第1流路L51は、水素側セパレータ51dと多孔質水素電極層51bとの間、電解質層51aと多孔質酸素電極層51cとの間に設けられる。第2流路L52は、多孔質水素電極層51bと電解質層51aとの間、多孔質酸素電極層51cと酸素側セパレータ51eとの間に設けられる。第

1 流路 L 5 1 と第 2 流路 L 5 2 は、直交する方向に交差するが、平行をなしていてもよい。

[0033] 第 1 流路 L 5 1 は、上流側が水素側水蒸気供給経路 L 3 6 に接続され、下流側が水素ガス排出経路 L 3 8 に接続される。第 2 流路 L 5 2 は、上流側が酸素側水蒸気供給経路 L 3 7 に接続され、下流側が酸素ガス排出経路 L 3 9 に接続される。

[0034] そのため、水素側熱交換器 3 4 により過熱された過熱水蒸気は、水素側水蒸気供給経路 L 3 6 から第 1 流路 L 5 1 に供給され、酸素側熱交換器 3 5 により過熱された過熱水蒸気は、酸素側水蒸気供給経路 L 3 7 から第 2 流路 L 5 2 に供給される。ここで、加熱装置 1 4 は、供給された過熱水蒸気により高温水蒸気電解セル 5 1 を加熱する。また、第 1 流路 L 5 1 に供給された過熱水蒸気は、電気分解されて水素と酸素が発生する。水素を含んだ過熱水蒸気は、水素ガス排出経路 L 3 8 に排出される。一方、酸素を含んだ水蒸気は、第 2 流路 L 5 2 に供給された過熱水蒸気に押し出され、酸素ガス排出経路 L 3 9 に排出される。

[0035] <水素製造方法>

本実施形態の水素製造方法は、600℃以上の熱エネルギーを発生させる工程と、熱エネルギーにより加熱された2次ヘリウム（熱媒体）を使用して水蒸気を加熱する工程と、水蒸気を用いて高温水蒸気電解装置 1 3 を加熱する工程と、水蒸気を用いて高温水蒸気電解装置により水素を製造する工程とを有する。

[0036] 具体的に説明すると、図 1 に示すように、熱源 1 1 としての高温ガス炉は、例えば、950℃の1次ヘリウムを生成する。高温の1次ヘリウムは、循環経路 L 1 1 を流れ、中間熱交換器 2 1 にて、戻り経路 L 1 3 を流れる2次ヘリウムと交換を行い、2次ヘリウムを、例えば、900℃まで加熱する。中間熱交換器 2 1 で熱交換された2次ヘリウムは、供給経路 L 1 2 を流れ、供給ヘッダ 2 2 に、例えば、900℃程度で供給される。

[0037] 循環機 2 4 が駆動すると、高温の2次ヘリウムが中間熱交換器 2 1 で加熱

されながら循環する。供給ヘッド22の2次ヘリウムは、熱媒体供給経路L14により第2熱交換器33に供給されて水蒸気を過熱し、第2熱交換器33から熱媒体供給経路L15により蒸気発生器31に供給され、水供給経路L31から供給された水を加熱して水蒸気を生成する。また、供給ヘッド22の2次ヘリウムは、熱媒体供給経路L17により第1熱交換器32に供給されて水蒸気を過熱する。

[0038] 蒸気発生器31は、水供給経路L31から供給された水を加熱して水蒸気を生成する。水蒸気は、第1水蒸気供給経路L32により第1熱交換器32に供給されて過熱され、第2水蒸気供給経路L33により水蒸気ヘッド36に供給される。水蒸気ヘッド36の加熱水蒸気は、第3水蒸気供給経路L34により水素側熱交換器34に供給されてさらに過熱され、例えば、850℃の高温水蒸気として高温水蒸気電解セル51の多孔質水素電極層51bに供給される。また、水蒸気ヘッド36の加熱水蒸気は、第4水蒸気供給経路L35により酸素側熱交換器35に供給されてさらに過熱され、例えば、850℃の高温水蒸気として高温水蒸気電解セル51の多孔質酸素電極層51cに供給される。

[0039] 高温水蒸気電解セル51は、水素側熱交換器34および酸素側熱交換器35から供給された高温水蒸気により加熱され、電力供給経路L40から供給された電力により高温水蒸気を電気分解し、水素と酸素を生成する。

[0040] すなわち、図1および図2に示すように、高温水蒸気は、水素側水蒸気供給経路L36を通して高温水蒸気電解セル51の第1流路L51に供給される。このとき、高温水蒸気電解セル51は、電力供給経路L40から電力が供給され、多孔質水素電極層51bおよび多孔質酸素電極層51cに電圧が印加される。すると、第1流路L51の水蒸気は、多孔質水素電極層51bで電気分解されて水素が生成され、第1流路L51を下方に流れる。一方、多孔質水素電極層51bで電気分解されて発生した酸素イオンは、高温水蒸気電解セル51を拡散しながら透過し、酸素として第2流路L2に排出される。

[0041] 第1流路L51を流れた水素は、水素ガス排出経路L38に排出される。一方、第2流路L52に排出された酸素は、酸素ガス排出経路L39に排出される。このとき、高温水蒸気は、酸素側水蒸気供給経路L37を通して高温水蒸気電解セル51の第2流路L52に供給される。すると、第2流路L52に排出された酸素は、第2流路L52に供給された水蒸気により酸素ガス排出経路L39に押し出される。

[0042] <水素製造方法の原理>

図3は、電流密度と熱エネルギーとの関係を表すグラフである。

[0043] 図3は、燃料電池(SOFC)と高温水蒸気電解装置(SOEC)における電流密度と熱エネルギーとの関係を表すものである。図3に示すように、高温水蒸気電解に伴う吸熱は、電流密度の上昇に応じて一次関数(比例)で下降する。高温水蒸気電解に伴って発生するジュール発熱は、電流密度の上昇に応じて二次関数で上昇する。そのため、ジュール発熱と吸熱を合わせた熱は、電流密度の上昇に応じて下降してから上昇する。

[0044] 従来の水素製造システムは、第1実施形態のような熱源(高温ガス炉)11がないことから、高温水蒸気電解装置で発生するジュール発熱による熱により水を電気分解するときの吸熱反応を補っている。すなわち、従来的高温水蒸気電解装置は、熱中立点A以上の電位で運転している。

[0045] 一方、第1実施形態の水素製造システム10は、熱源(高温ガス炉)11を有することから、熱源11で発生した600℃以上の熱エネルギーにより加熱された高温ヘリウムを用いて水蒸気および高温水蒸気電解装置13(高温水蒸気電解セル51)を加熱することで、水を電気分解するときの吸熱反応を補うことができる。そのため、第1実施形態の水素製造システム10は、熱中立点A以下である運転点Bの電位で運転することができる。運転点Bでは、電気エネルギーを熱エネルギー(ジュール発熱)に変換することなく、水の電気分解に用いる電気エネルギーを低減することができる。

[0046] [第2実施形態]

図4は、第2実施形態の水素製造システムにおける高温水蒸気電解セルに

対する水蒸気の流れを表す概略図、図5は、水素エジェクタを表す概略図である。なお、第2実施形態の基本的な構成は、上述した第1実施形態と同様であり、図1を用いて説明し、上述した第1実施形態と同様の機能を有する部材には、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

[0047] 第2実施形態において、図1および図4に示すように、水素製造システム10A(図4)は、第1実施形態と同様に、熱源11と、中間熱交換器12と、高温水蒸気電解装置13と、加熱装置14とを備える。第2実施形態の水素製造システム10Aは、第1実施形態に対して、高温水蒸気電解装置13への水蒸気の供給構成を変更するものである。

[0048] 高温水蒸気電解装置13にて、水素側熱交換器34は、入口側に第3水蒸気供給経路L34が連結され、出口側が水素側水蒸気供給経路L36により高温水蒸気電解セル51の多孔質水素電極層51bに連結される。酸素側熱交換器35は、入口側に第4水蒸気供給経路L35が連結され、出口側が酸素側水蒸気供給経路L37により高温水蒸気電解セル51の多孔質酸素電極層51cに連結される。高温水蒸気電解セル51は、多孔質水素電極層51bに水素ガス排出経路L38が連結され、多孔質酸素電極層51cに酸素ガス排出経路L39が連結される。

[0049] 図4に示すように、水素製造システム10Aは、水素側循環経路L61と、酸素側循環経路L62が設けられる。水素側循環経路L61は、一端部が水素ガス排出経路L38の分岐部61に連結され、他端部が第3水蒸気供給経路L34に連結される。そして、水素側循環経路L61と第3水蒸気供給経路L34の連結部に水素側エジェクタ62が設けられる。また、酸素側循環経路L62は、一端部が酸素ガス排出経路L39の分岐部63に連結され、他端部が第4水蒸気供給経路L35に連結される。そして、酸素側循環経路L62と第4水蒸気供給経路L35の連結部に酸素側エジェクタ64が設けられる。

[0050] 水素側エジェクタ62と酸素側エジェクタ64は、同様の構成である。図4および図5に示すように、水素側エジェクタ62は、本体71と、ノズル

72と、ディフューザ73とを有する。本体71は、筒形状をなし、基端部に入口部71aが設けられ、外周部に吸入部71bが設けられる。吸入部71bは、水素側循環経路L61が連結される。ノズル72は、入口部71aに連通するように本体71に連結される。ノズル72は、筒形状をなし、下流側ほど流路が狭くなる。ディフューザ73は、ノズル72に連通するように本体71に連結される。ディフューザ73は、筒形状をなし、下流側ほど流路が広くなる。ディフューザ73は、先端部に吐出部73aが設けられる。

[0051] そのため、第3水蒸気供給経路L34の水蒸気は、水素側エジェクタ62を通して水素側熱交換器34に供給され、ここで過熱されて過熱水蒸気となり、高温水蒸気電解セル51の多孔質水素電極層51bに供給される。高温水蒸気電解セル51で発生した水素を含む水蒸気は、水素ガス排出経路L38に排出される。

[0052] このとき、水素ガス排出経路L38に排出された水素を含む水蒸気は、一部が水素側循環経路L61に流れる。水素側エジェクタ62では、入口部71aから供給された水蒸気は、ノズル72で流速が上昇することで、吸入部71bに吸入力作用する。すると、水素ガス排出経路L38から水素側循環経路L61に流れた水素を含む水蒸気が吸入部71bから本体71に吸入される。水素側循環経路L61から吸入部71bを通して本体71に吸入された水素を含む水蒸気は、入口部71aから供給された水蒸気に混合し、多孔質水素電極層51bに供給される。

[0053] 一方、第4水蒸気供給経路L35の水蒸気は、酸素側エジェクタ64を通して酸素側熱交換器35に供給され、ここで過熱されて過熱水蒸気となり、高温水蒸気電解セル51の多孔質酸素電極層51cに供給される。高温水蒸気電解セル51で発生した酸素を含む水蒸気は、酸素ガス排出経路L39に排出される。

[0054] このとき、酸素ガス排出経路L39に排出された酸素を含む水蒸気は、一部が酸素側循環経路L62に流れる。酸素側エジェクタ64では、水素側エ

ジェクタ62と同様に、酸素ガス排出経路L39から酸素側循環経路L62に流れた酸素を含む水蒸気が吸入され、供給された水蒸気に混合し、多孔質酸素電極層51cに供給される。

[0055] 水素製造システム10Aは、高温水蒸気電解セル51の多孔質水素電極層51bから排出された水素を含む水蒸気の一部を、水素側循環経路L61により多孔質水素電極層51bの入口側に戻している。そのため、多孔質水素電極層51bに対して、水蒸気電解に必要な量より多い過熱水蒸気を供給することができ、水蒸気電解の吸熱反応を補うことができる。また、水素製造システム10Aは、高温水蒸気電解セル51の多孔質酸素電極層51cから排出された酸素を含む水蒸気の一部を、酸素側循環経路L62により多孔質酸素電極層51cの入口側に戻している。そのため、多孔質酸素電極層51cに対して、多量の過熱水蒸気を供給することができ、吸熱反応に伴う高温水蒸気電解セル51の温度低下を抑制することができる。

[0056] [第3実施形態]

図6は、第3実施形態の水素製造システムを表す概略構成図である。なお、上述した第1実施形態と同様の機能を有する部材には、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

[0057] 第3実施形態において、図6に示すように、水素製造システム10Bは、第1実施形態と同様に、熱源11と、中間熱交換器12と、高温水蒸気電解装置13と、加熱装置14とを備える。第3実施形態の水素製造システム10Bは、第1実施形態に対して、高温水蒸気電解装置13への気体の供給構成を変更するものである。

[0058] 供給ヘッダ22は、熱媒体供給経路L14により第2熱交換器33が連結される。第2熱交換器33は、熱媒体供給経路L19により第1熱交換器32が連結される。すなわち、供給ヘッダ22の2次ヘリウムは、熱媒体供給経路L14により第2熱交換器33に供給されて水蒸気を過熱し、第2熱交換器33から第1熱交換器32に供給されて水蒸気を加熱する。第1熱交換器32は、熱媒体供給経路L18により戻りヘッダ23が連結される。

[0059] また、気体供給装置41は、気体（空気または水蒸気）を高温水蒸気電解セル51の多孔質酸素電極層51cに供給する。気体加熱装置42は、2次ヘリウムの熱エネルギーにより多孔質酸素電極層51cに供給される気体を加熱する。気体供給経路L41は、気体供給装置41を構成する循環機43が設けられる。気体供給経路L41は、熱回収器38に連結される。熱回収器38は、気体供給経路L42により気体加熱装置42に連結される。気体加熱装置42は、気体供給経路L43により多孔質酸素電極層51cに連結される。

[0060] 供給ヘッダ22は、熱媒体供給経路L20により気体加熱装置42が連結される。気体加熱装置42は、熱媒体供給経路L21により蒸気発生器31が連結される。すなわち、供給ヘッダ22の2次ヘリウムは、熱媒体供給経路L20により気体加熱装置42に供給されて気体を加熱し、気体加熱装置42から熱媒体供給経路L21により蒸気発生器31に供給される。

[0061] 循環機43が駆動すると、気体（空気）は、気体供給経路L41から熱回収器38に供給され、酸素ガス排出経路L39を流れる酸素により加熱される。加熱された気体は、気体供給経路L42により気体加熱装置42に供給され、2次ヘリウムの熱エネルギーにより加熱される。加熱された気体は、気体供給経路L43により多孔質酸素電極層51cに供給され、生成された酸素を酸素ガス排出経路L39に排出する。

[0062] 水素製造システム10Bは、高温水蒸気電解装置13で生成された酸素を酸素ガス排出経路L39に排出するためのキャリアガスとして、2次ヘリウムの熱エネルギーにより加熱された気体を用いている。そのため、高温水蒸気電解装置13の温度を低下させることなく、高温水蒸気電解装置13で生成された酸素を効率良く排出することができる。

[0063] [本実施形態の作用効果]

第1の態様に係る水素製造システムは、600℃以上の熱エネルギーにより加熱された2次ヘリウム（熱媒体）を用いて水蒸気を加熱する中間熱交換器12と、水蒸気を用いて水素を製造する高温水蒸気電解装置13と、水蒸

気を用いて高温水蒸気電解装置 13 を加熱する加熱装置 14 とを備える。

[0064] 第 1 の態様に係る水素製造システムによれば、600℃以上の熱エネルギーにより加熱された熱媒体を用いて加熱した高温水蒸気により高温水蒸気電解装置 13 を加熱し、600℃以上の熱エネルギーにより加熱された熱媒体を用いて加熱した高温水蒸気を高温水蒸気電解装置 13 に供給して電気分解により水素を製造する。そのため、火力発電システムなどにより生成した電気エネルギーの使用量を低減して二酸化炭素の発生を抑制することができると共に、エネルギーコストの低減を図ることができる。

[0065] 第 2 の態様に係る水素製造システムは、加熱装置 14 が、高温水蒸気電解装置 13 が水素を製造するときに吸熱反応により損失する熱エネルギーを補う。これにより、外部から高温水蒸気電解装置 13 への熱エネルギーの供給量を減少させることができる。

[0066] 第 3 の態様に係る水素製造システムは、高温水蒸気電解セル 51 として、平板形状をなす電解質層 51a と、平板形状をなして電解質層 51a の一面側に配置される多孔質水素電極層 51b と、平板形状をなして電解質層 51a の他面側に配置される多孔質酸素電極層 51c とを設け、水蒸気を多孔質水素電極層 51b に供給する。これにより、高温水蒸気電解装置 13 で電気分解して水素の製造に用いる高温水蒸気により高温水蒸気電解装置 13 を加熱することができ、高温水蒸気電解セル 51 の構造の簡素化を図ることができる。

[0067] 第 4 の態様に係る水素製造システムは、多孔質水素電極層 51b の排出側から排出された水素を含む水蒸気の一部を多孔質水素電極層 51b の入口側に戻す水素側循環経路 L61 を設ける。これにより、多孔質水素電極層 51b に対して、水蒸気電解に必要な量より多い過熱水蒸気を供給することができ、水蒸気電解の吸熱反応を補うことができる。

[0068] 第 5 の態様に係る水素製造システムは、多孔質酸素電極層 51c の排出側から排出された酸素を含む水蒸気の一部を多孔質酸素電極層 51c の入口側に戻す酸素側循環経路 L62 を設ける。これにより、多孔質酸素電極層 51

cに対して、多量の過熱水蒸気を供給することができ、吸熱反応に伴う高温水蒸気電解セル51の温度低下を抑制することができる。

[0069] 第6の態様に係る水素製造システムは、水蒸気を生成して水蒸気供給経路L32, L33, L34, L35により高温水蒸気電解装置13に供給する蒸気発生器31を有し、中間熱交換器12は、水蒸気供給経路L32, L33に設けられる第1熱交換器32と、水蒸気供給経路L33, L34, L35における第1熱交換器32より下流側に設けられる第2熱交換器33とを有し、2次ヘリウムは、第2熱交換器33から第1熱交換器32に供給される。これにより、熱媒体は、下流側の第2熱交換器33から上流側の第1熱交換器32に供給することで、熱媒体の熱エネルギーを有効的に使用することができる。

[0070] 第7の態様に係る水素製造システムは、第2熱交換器33として、多孔質水素電極層51bに供給する前記水蒸気を加熱する水素側熱交換器34と、多孔質酸素電極層51cに供給する水蒸気を加熱する酸素側熱交換器35とを有する。これにより、多孔質水素電極層51bに供給する水蒸気と酸素側熱交換器35に供給する水蒸気を効率良く加熱することができる。

[0071] 第8の態様に係る水素製造システムは、気体を多孔質酸素電極層51cに供給する気体供給装置41と、2次ヘリウムを用いて多孔質酸素電極層51cに供給される気体を加熱する気体加熱装置42とを有する。これにより、高温水蒸気電解セル51の温度を低下させることなく、高温水蒸気電解セル51で生成された酸素を効率良く排出することができる。

[0072] 第9の態様に係る水素製造システムは、熱エネルギーを発生可能な熱源11としては、高温ガス炉があり、中間熱交換器12は、高温ガス炉で生成された高温ヘリウムの熱エネルギーにより加熱された熱媒体を使用して水蒸気を加熱する。これにより、二酸化炭素の発生量を低減することができる。

[0073] 第10の態様に係る水素製造方法は、600℃以上の熱エネルギーを発生させる工程と、熱エネルギーにより加熱された2次ヘリウム（熱媒体）を使用して水蒸気を加熱する工程と、水蒸気を用いて高温水蒸気電解装置13を

加熱する工程と、水蒸気を用いて高温水蒸気電解装置により水素を製造する工程とを有する。これにより、火力発電システムなどにより生成した電気エネルギーの使用量を低減して二酸化炭素の発生を抑制することができると共に、エネルギーコストの低減を図ることができる。

[0074] なお、上述した実施形態では、高温水蒸気電解セル51を平板型としたが、この形状に限定されるものではない。

符号の説明

[0075] 10, 10A, 10B 水素製造システム

11 熱源

12 中間熱交換器（熱交換器）

13 高温水蒸気電解装置

14 加熱装置

21 中間熱交換器（熱交換器）

22 供給ヘッダ

23 戻りヘッダ

24 循環機

31 蒸気発生器

32 第1熱交換器

33 第2熱交換器

34 水素側熱交換器

35 酸素側熱交換器

36 水蒸気ヘッダ

37, 38 熱回収器

41 気体供給装置

42 気体加熱装置

43 循環機

51 高温水蒸気電解セル

51a 電解質層

5 1 b 多孔質水素電極層

5 1 c 多孔質酸素電極層

5 1 d 水素側セパレータ

5 1 e 酸素側セパレータ

6 1 分岐部

6 2 水素側エジェクタ

6 3 分岐部

6 4 酸素側エジェクタ

L 1 1 循環経路

L 1 2 供給経路

L 1 3 戻り経路

L 1 4, L 1 5, L 1 6, L 1 7, L 1 8, L 1 9, L 2 0, L 2 1 熱

媒体供給経路

L 3 1 水供給経路

L 3 2 第1水蒸気供給経路

L 3 3 第2水蒸気供給経路

L 3 4 第3水蒸気供給経路

L 3 5 第4水蒸気供給経路

L 3 6 水素側水蒸気供給経路

L 3 7 酸素側水蒸気供給経路

L 3 8 水素ガス排出経路

L 3 9 酸素ガス排出経路

L 4 0 電力供給経路

L 4 1, L 4 2, L 4 3 気体供給経路

L 5 1 第1流路

L 5 2 第2流路

L 6 1 水素側循環経路

L 6 2 酸素側循環経路

請求の範囲

- [請求項1] 600℃以上の熱エネルギーにより加熱された熱媒体を用いて水蒸気を加熱する熱交換器と、
前記水蒸気を用いて水素を製造する高温水蒸気電解装置と、
前記水蒸気を用いて前記高温水蒸気電解装置を加熱する加熱装置と、
、
を備える水素製造システム。
- [請求項2] 前記加熱装置は、前記高温水蒸気電解装置が水素を製造するときに吸熱反応により損失する熱エネルギーを補う、
請求項1に記載の水素製造システム。
- [請求項3] 前記高温水蒸気電解装置は、平板形状をなす電解質層と、平板形状をなして前記電解質層の一面側に配置される水素電極層と、平板形状をなして前記電解質層の他面側に配置される酸素電極層とを有し、前記水蒸気が前記水素電極層に供給される、
請求項1または請求項2に記載の水素製造システム。
- [請求項4] 前記水素電極層の排出側から排出された水素を含む水蒸気の一部を前記水素電極層の入口側に戻す水素側循環経路が設けられる、
請求項3に記載の水素製造システム。
- [請求項5] 前記酸素電極層の排出側から排出された酸素を含む水蒸気の一部を前記酸素電極層の入口側に戻す酸素側循環経路が設けられる、
請求項3に記載の水素製造システム。
- [請求項6] 前記水蒸気を生成して水蒸気供給経路により前記高温水蒸気電解装置に供給する蒸気発生器を有し、前記熱交換器は、前記水蒸気供給経路に設けられる第1熱交換器と、前記水蒸気供給経路における前記第1熱交換器より下流側に設けられる第2熱交換器とを有し、前記熱媒体は、前記第2熱交換器から前記第1熱交換器に供給される、
請求項3に記載の水素製造システム。
- [請求項7] 前記第2熱交換器は、前記水素電極層に供給する前記水蒸気を加熱

する水素側熱交換器と、前記酸素電極層に供給する前記水蒸気を加熱する酸素側熱交換器とを有する、

請求項6に記載の水素製造システム。

[請求項8] 気体を前記酸素電極層に供給する気体供給装置と、前記熱媒体を用いて前記気体を加熱する気体加熱装置とを有する、

請求項3に記載の水素製造システム。

[請求項9] 前記熱エネルギーを発生可能な熱源としては、高温ガス炉があり、前記熱交換器は、高温ガス炉で生成された高温ヘリウムの熱エネルギーにより加熱された熱媒体を使用して水蒸気を加熱する、

請求項1に記載の水素製造システム。

[請求項10] 600℃以上の熱エネルギーを発生させる工程と、

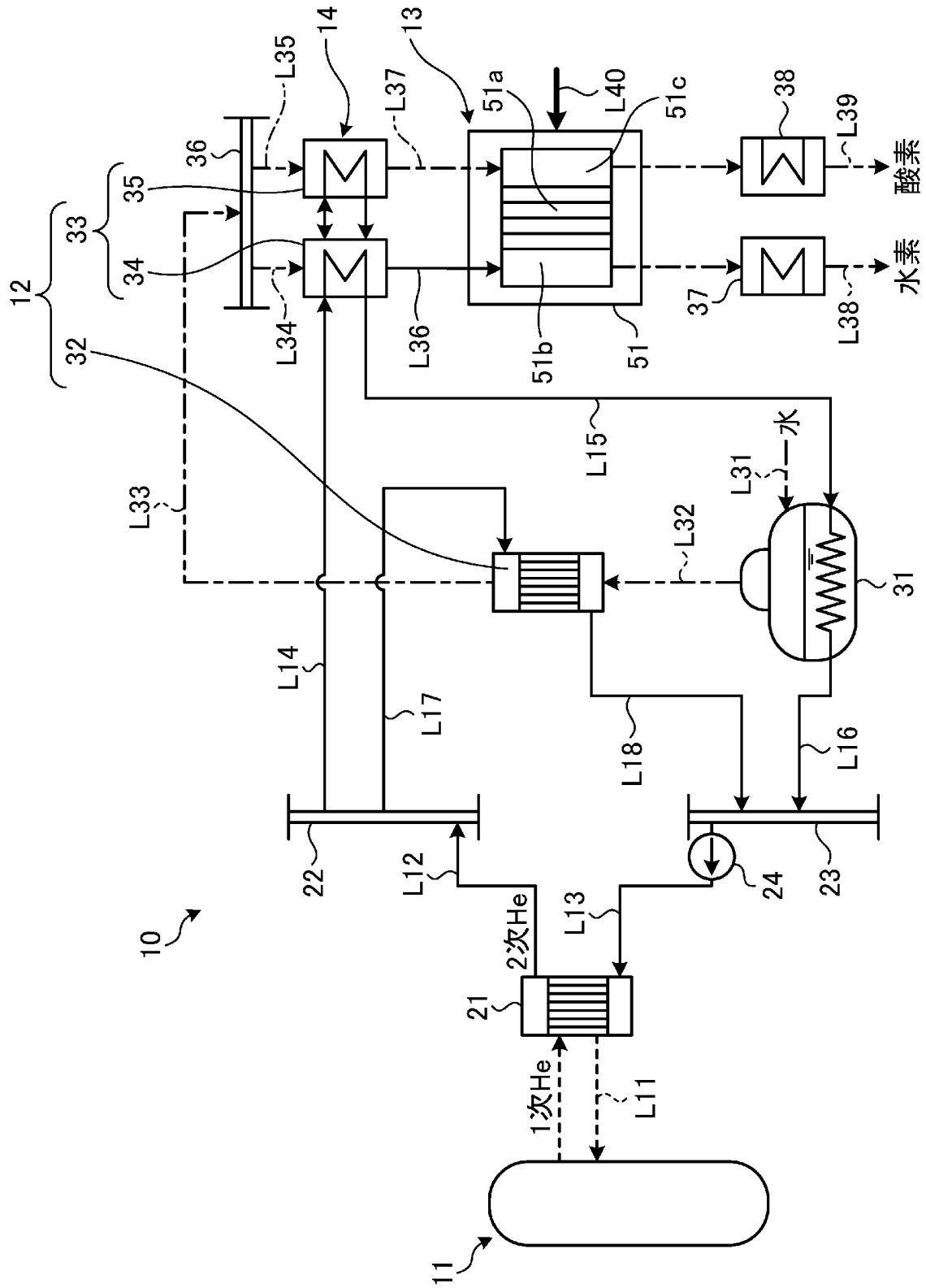
前記熱エネルギーにより加熱された熱媒体を使用して水蒸気を加熱する工程と、

前記水蒸気を用いて高温水蒸気電解装置を加熱する工程と、

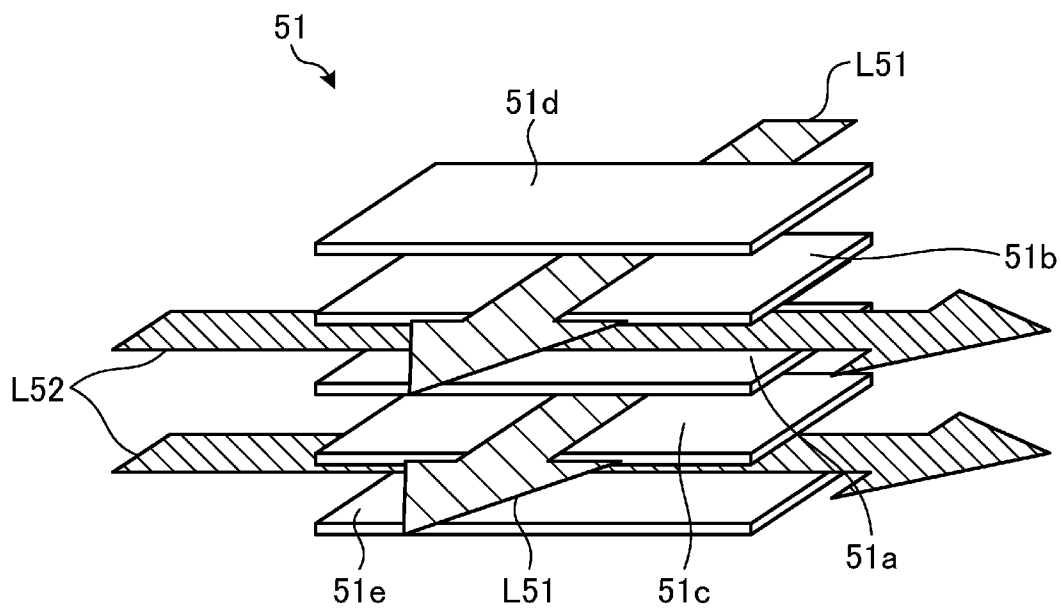
前記水蒸気を用いて前記高温水蒸気電解装置により水素を製造する工程と、

を有する水素製造方法。

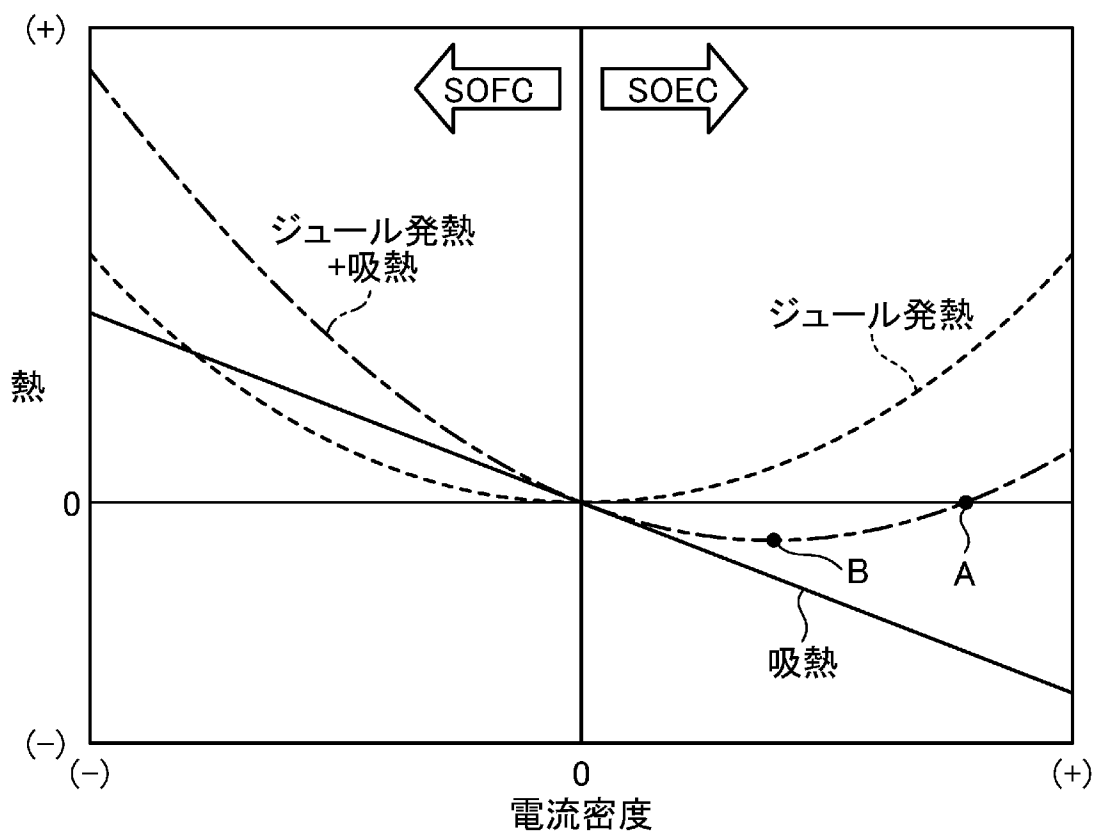
[図1]



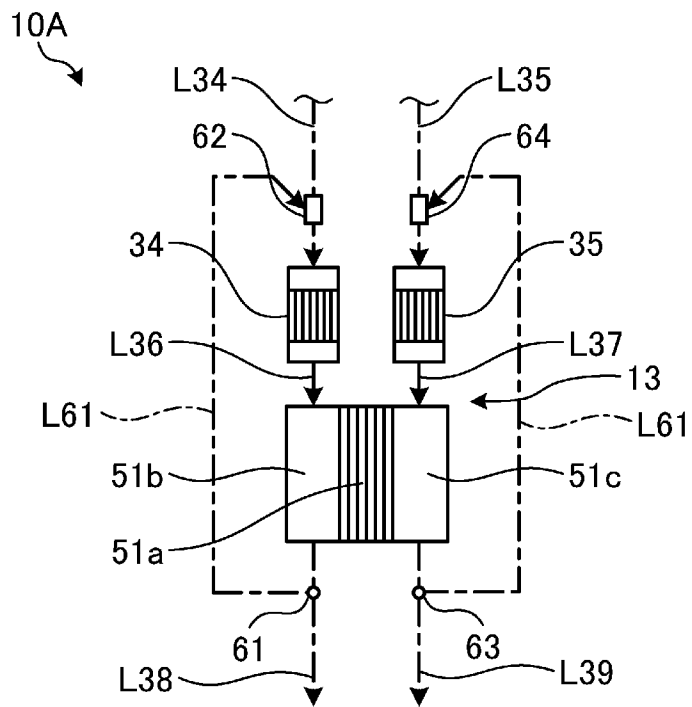
[図2]



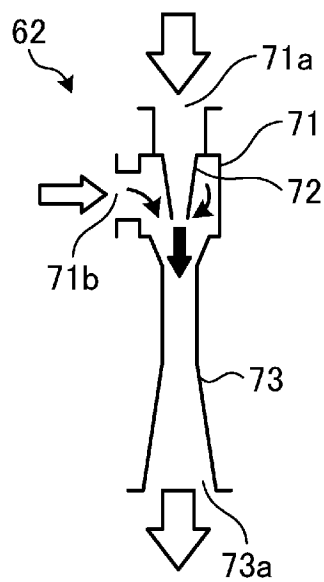
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/017840

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>C25B 9/00</i> (2021.01)i; <i>C25B 9/23</i> (2021.01)i; <i>C25B 9/67</i> (2021.01)i; <i>C25B 15/027</i> (2021.01)i; <i>C25B 1/042</i> (2021.01)i FI: C25B1/042; C25B9/00 A; C25B9/67; C25B9/23; C25B15/027		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C25B1/00-C25B9/77; C25B13/00-C25B15/08		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2009-1878 A (TOSHIBA CORP) 08 January 2009 (2009-01-08) paragraphs [0009]-[0013], fig. 1	1-2, 10
Y		3-5, 8-9
Y	JP 2010-176939 A (TOSHIBA CORP) 12 August 2010 (2010-08-12) paragraphs [0017], [0023]-[0028], fig. 1	3-5, 8
Y	JP 2002-47591 A (JAPAN ATOM ENERGY RES INST) 15 February 2002 (2002-02-15) paragraph [0031], fig. 7	9
A	JP 2010-535284 A (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES) 18 November 2010 (2010-11-18) entire text, fig. 1-20	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 21 June 2022		Date of mailing of the international search report 28 June 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/JP2022/017840

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2009-1878	A 08 January 2009	(Family: none)	
JP 2010-176939	A 12 August 2010	(Family: none)	
JP 2002-47591	A 15 February 2002	(Family: none)	
JP 2010-535284	A 18 November 2010	US 2010/0140102 A1 entire text, fig. 1-20 WO 2009/016226 A2 FR 2919617 A1 CN 101855387 A	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C25B 9/00(2021.01)i; C25B 9/23(2021.01)i; C25B 9/67(2021.01)i; C25B 15/027(2021.01)i; C25B 1/042(2021.01)i FI: C25B1/042; C25B9/00 A; C25B9/67; C25B9/23; C25B15/027</p>										
<p>B. 調査を行った分野</p>										
<p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） C25B1/00-C25B9/77; C25B13/00-C25B15/08</p>										
<p>最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年									
<p>国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）</p>										
<p>C. 関連すると認められる文献</p>										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
X Y	JP 2009-1878 A（株式会社東芝）08.01.2009（2009 - 01 - 08） [0009]-[0013], 図1	1-2, 10 3-5, 8-9								
Y	JP 2010-176939 A（株式会社東芝）12.08.2010（2010 - 08 - 12） [0017], [0023]-[0028], 図1	3-5, 8								
Y	JP 2002-47591 A（日本原子力研究所）15.02.2002（2002 - 02 - 15） [0031], 図7	9								
A	JP 2010-535284 A（コミッサリア ア レネルジー アトミック エ オ ゼネルジ ザルタナテイヴ）18.11.2010（2010 - 11 - 18） 全文, 図1-20	1-10								
<p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>										
<p>* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献</p>										
国際調査を完了した日	21.06.2022	国際調査報告の発送日 28.06.2022								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 酒井 英夫 4E 9631 電話番号 03-3581-1101 内線 3425									

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/017840

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2009-1878 A	08.01.2009	(ファミリーなし)	
JP 2010-176939 A	12.08.2010	(ファミリーなし)	
JP 2002-47591 A	15.02.2002	(ファミリーなし)	
JP 2010-535284 A	18.11.2010	US 2010/0140102 A1 全文, 図1-20	
		WO 2009/016226 A2	
		FR 2919617 A1	
		CN 101855387 A	