

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6634614号  
(P6634614)

(45) 発行日 令和2年1月22日(2020.1.22)

(24) 登録日 令和1年12月27日(2019.12.27)

(51) Int. Cl. F I  
**CO 1 B 3/38 (2006.01)** CO 1 B 3/38  
**HO 1 M 8/0606 (2016.01)** HO 1 M 8/0606

請求項の数 2 (全 10 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2018-540611 (P2018-540611)                  (86) (22) 出願日 平成29年2月8日(2017.2.8)                  (86) 国際出願番号 PCT/JP2017/004486                  (87) 国際公開番号 W02018/055788                  (87) 国際公開日 平成30年3月29日(2018.3.29)                  審査請求日 平成31年2月21日(2019.2.21)                  (31) 優先権主張番号 特願2016-182498 (P2016-182498)                  (32) 優先日 平成28年9月20日(2016.9.20)                  (33) 優先権主張国・地域又は機関                  日本国(JP)</p>	<p>(73) 特許権者 314012076                  パナソニックIPマネジメント株式会社                  大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号                  (74) 代理人 100106116                  弁理士 鎌田 健司                  (74) 代理人 100115554                  弁理士 野村 幸一                  (72) 発明者 谷川 正裕                  大阪府門真市大字門真1006番地 パナ                  ソニック株式会社内                  (72) 発明者 若松 英俊                  大阪府門真市大字門真1006番地 パナ                  ソニック株式会社内                  審査官 宮崎 大輔</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水素生成装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

鉛直方向に中心軸を有する多重円筒構造の水素生成化学反応容器と、無機粉体を含む材料を加圧成形して成り前記水素生成化学反応容器の底面と外周面を覆う有底円筒形の断熱体を備えた断熱容器と、を有し、  
 前記断熱容器は、前記断熱体の開口した上面を、内周面と外周面のそれぞれの上端部を含めて覆う金属製の蓋体と、  
 前記断熱体の底面を外周面の下端部を含めて覆う金属製の蓋体と、前記無機粉体の飛散を防止可能に構成され前記断熱体の外周面と前記上蓋体の外周面と前記下蓋体の外周面を覆う繊維シートと、を有する水素生成装置。

【請求項2】

前記下蓋体は、前記断熱体の底面の一部を露出させる開口部を有し、  
 前記繊維シートは、前記下蓋体の前記開口部から前記無機粉体が飛散しないように、前記断熱体の底面も覆う、  
 請求項1に記載の水素生成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池発電装置に水素を供給する水素生成装置に関し、より詳細には水素生成装置内の断熱構造に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

燃料電池発電装置用の水素生成装置としては、一般に水蒸気改質反応方式のものが用いられる。この水素生成装置は、気化部で蒸発した改質水と炭化水素からなる原料ガスとを600～800程度の高温で反応させることにより水素を主成分とした改質ガスを生成する改質部と、改質ガス中に含まれる一酸化炭素ガス濃度を變成シフト反応により低減する變成部とを備える。さらに、この水素生成装置は、一酸化炭素ガス濃度を選択酸化反応により低減するCO除去部を備えている。

## 【0003】

従来、この種の水素生成装置において、その外周部に断熱性能の高い粉状ヒュームドシリカを圧縮成形したものを適用することで、熱漏洩量を抑えてエネルギー効率を高めることが知られている（例えば、特許文献1参照）。

10

## 【0004】

図3は、特許文献1に開示された従来の水素生成装置の構成を模式的に示す縦断面図である。図3に示すように、従来の水素生成装置101は、鉛直方向に中心軸を有する多重円筒構造の水素生成化学反応容器102と、水素生成化学反応容器102の底面と外周面を覆う有底円筒形の断熱容器103とで構成される。

## 【0005】

水素生成化学反応容器102は、燃焼器104と、蒸発器105と、改質器106と、變成器107と、CO除去器108とからなる。蒸発器105は、内筒109と、外筒110と、内筒109と外筒110との間に設けられた丸棒をスパイラル形状に成形したらせん仕切111とで蒸発流路を構成する。

20

## 【0006】

このような構造を有する蒸発器105には、原料ガスおよび改質水が供給される。原料ガスは原料供給器112から供給され、水は改質水供給器113から供給される。蒸発器105に供給された水は、燃焼ガス流路114を流れる燃焼ガスによって加熱されて蒸発し、その結果、蒸発器105では原料ガスと水蒸気との混合ガスが生成される。

## 【0007】

蒸発器105を通過した混合ガスは、改質反応によって改質する改質器106と、改質反応で生成された一酸化炭素の濃度を變成シフト反応により低減させる變成器107と、一酸化炭素の濃度を選択酸化反応によりさらに低減させるCO除去器108を経て、水素排出口115から排出される。

30

## 【0008】

また燃焼器104で発生した燃焼ガスは、燃焼筒116と内筒109との間の燃焼ガス流路114を通過し、燃焼ガス排出口117より排出される。

## 【0009】

水素生成化学反応容器102は、断熱容器103に内包される形で断熱されている。

## 【0010】

断熱容器103は、ヒュームドシリカ断熱材板118を複数枚積層したものに、下部ガラスクロス120と、胴部ガラスクロス121と、上部ガラスクロス122を、接着剤119を用いて貼付けることで一体化固定されている。

40

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0011】

【特許文献1】特開2010-161047号公報

## 【発明の概要】

## 【0012】

従来構成は、鉛直方向に中心軸を有する多重円筒構造の水素生成化学反応容器102を内包するため、水素生成化学反応容器102と断熱容器103の隙間から放熱ロスが発生しないよう円筒構造の断熱容器103が必要となる。

50

## 【0013】

断熱容器103はヒュームドシリカ粉末を60mm程度にプレス成形したヒュームドシリカ断熱材板118を縦方向(鉛直方向)に複数枚積層してから、積層方向に全体に圧縮荷重を加えることで、各積層間のすきまを無くするとともに断熱材高さを所定の厚みに変化させている。さらに、そのヒュームドシリカ断熱材板118の積層体の外周部に接着剤119を塗布したガラスクロスシート(下部ガラスクロス120、胴部ガラスクロス121、上部ガラスクロス122)を貼付けて一体化構造とすることで、積層界面からの熱漏洩を防いでいる。

## 【0014】

接着剤119を塗布した下部ガラスクロス120、胴部ガラスクロス121、上部ガラスクロス122を積層されたヒュームドシリカ断熱材板118の外周部に貼付ける際、下部ガラスクロス120と上部ガラスクロス122はヒュームドシリカ断熱材板118の積層体の縁まで覆う必要がある。

10

## 【0015】

そして、ヒュームドシリカ断熱材板118の積層体の曲面(外周面)と平面(上面と底面)とを連続して覆うためにガラスクロスシート(下部ガラスクロス120、胴部ガラスクロス121、上部ガラスクロス122)に複数のスリットを設けて積層体の円筒形状に沿うように貼付けを行っている。そのため、ガラスクロスシートの貼付けに掛かる作業時間が多大となる。

## 【0016】

また、その貼付けの際に接着剤119の付いたガラスクロスシート(下部ガラスクロス120、胴部ガラスクロス121、上部ガラスクロス122)をヒュームドシリカ断熱材板118の積層体の外周面へ押付する工程が必要で、ヒュームドシリカ断熱材板118を破損させる懸念があった。

20

## 【0017】

また、断熱容器103を運搬する時や、水素生成化学反応容器102を断熱容器103に挿入する作業の際に、断熱容器103の側面、特に断熱容器103の縁が水素生成化学反応容器102や周りの物体に接触して断熱容器103あるいはヒュームドシリカ断熱材板118を破損させる懸念があった。

## 【0018】

断熱容器103を構成するヒュームドシリカ断熱材板118が破損すると、断熱容器103の一定の厚みを確保出来ないことや、積層体の隙間から熱漏洩が発生し、断熱性能が不安定になる課題があった。

30

## 【0019】

本発明は、低コストでより効率的に漏洩熱量を抑制することができ、水素生成化学反応容器の底面と外周面を覆う有底円筒形の断熱体の縁が破損しにくい実用性の高い水素生成装置を提供する。

## 【0020】

本発明の水素生成装置は、鉛直方向に中心軸を有する多重円筒構造の水素生成化学反応容器と、無機粉体を含む材料を加圧成形して成り水素生成化学反応容器の底面と外周面を覆う有底円筒形の断熱体を備えた断熱容器とを有する。また、断熱容器は、断熱体の開口した上面を、内周面と外周面のそれぞれの上端部を含めて覆う金属製の上蓋体と、断熱体の底面を外周面の下端部を含めて覆う金属製の下蓋体とを有する。さらに、断熱容器は、無機粉体の飛散を防止可能に構成され断熱体の外周面を覆う繊維シートを有する。

40

## 【0021】

この構成において、水素生成化学反応容器の底面と外周面を覆う有底円筒形の断熱体の端部(縁)を金属製の上下蓋体で覆うことにより、低コストでより効率的に漏洩熱量が抑えられ、かつ有底円筒形の断熱体の縁が破損しにくい、実用性の高い水素生成装置を提供することができる。

## 【0022】

50

また、水素生成化学反応容器の底面と外周面を覆う有底円筒形の断熱体の端部（縁）を金属製の上蓋体と下蓋体で覆うことにより、有底円筒形の断熱体の曲面（外周面）と平面（上面と底面）とを連続して繊維シートで覆う工程、すなわち繊維シートを貼る工程を廃止できる。そのため、大幅な作業工数の削減が図れ、生産性の向上が図れる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】図1は、本発明の実施の形態に係る水素生成装置の構成を模式的に示す縦断面図である。

【図2】図2は、本発明の実施の形態に係る水素生成装置の断熱容器の構成を模式的に示す縦断面図である。

【図3】図3は、従来の水素生成装置の構成を模式的に示す縦断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本発明による実施の形態に係る水素生成装置について、図面を参照しながら説明する。なお、この実施の形態によって本発明が限定されるものではない。

【0025】

（実施の形態）

図1は、本発明の実施の形態に係る水素生成装置の構成を模式的に示す縦断面図を示すものである。

【0026】

図1に示すように、本実施の形態の水素生成装置1は、鉛直方向に中心軸を有する多重円筒構造の水素生成化学反応容器2と、無機粉体を含む材料を加圧成形して成り水素生成化学反応容器2の底面と外周面を覆う有底円筒形の断熱体であるヒュームドシリカ断熱材板18を備えた断熱容器3とを有する。また、断熱容器3は、断熱体の開口した上面を、内周面と外周面のそれぞれの上端部を含めて覆う金属製の上蓋体24と、断熱体の底面を外周面の下端部を含めて覆う金属製の下蓋体23と、断熱体を構成する無機粉体の飛散を防止可能に構成され断熱体の外周面を覆う繊維シート25とを有する。

【0027】

なお、下蓋体23は、断熱容器3の底面の一部（中央部）を露出させる開口部23aを有し、繊維シート25は、下蓋体23の開口部23aから無機粉体が飛散しないように、断熱体の底面の一部（中央部）も覆っている。また、上蓋体24と下蓋体23は、上下端部を除く外周面に大径部26を有する。

【0028】

断熱容器3は、水素生成化学反応容器2を内包するように配設され、水素生成化学反応容器2は、その底面と外周面全体が断熱容器3によって断熱されている。

【0029】

この水素生成化学反応容器2は、原料供給器12から供給される改質原料と、改質水供給器13から供給された改質水とを混合気化させる蒸発器5と、気化した改質原料を改質反応によって改質する改質器6とを備えている。さらに、改質反応で生成された一酸化炭素の濃度を变成シフト反応により低減させる变成器7と、变成器7を未反応で通過した一酸化炭素の濃度を選択酸化反応によりさらに低減させるCO除去器8と、バーナーを備えた燃焼器4とを備えている。

【0030】

なお、蒸発器5は、内筒9と、外筒10と、内筒9と外筒10との間に設けられた丸棒をスパイラル形状に成形したらせん仕切11とで蒸発流路を構成され、蒸発器5に供給された水は、燃焼ガス流路14を流れる燃焼ガスによって加熱されて蒸発し、その結果、蒸発器5では原料ガスと水蒸気との混合ガスが生成される。そして、蒸発器5を通過した混合ガスは、改質反応によって改質する改質器6と、改質反応で生成された一酸化炭素を酸化させる变成器7と、一酸化炭素を酸化させるCO除去器8を経て、水素排出口15から排出される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 1 】

また燃焼器 4 で発生した燃焼ガスは、燃焼筒 1 6 と内筒 9 との間の燃焼ガス流路 1 4 を通過し、燃焼ガス排出口 1 7 より排出される。

## 【 0 0 3 2 】

改質器 6、変成器 7 及び C O 除去器 8 は、化学反応部として機能する。化学反応部で生成された水素ガスは、水素排出口 1 5 から排出される。燃焼器 4、蒸発器 5、改質器 6、変成器 7、C O 除去器 8 は、ステンレス製の円筒形に収納され、これらで水素生成化学反応容器 2 を構成している。

## 【 0 0 3 3 】

改質器 6 には、改質反応を促進する触媒が担持されている。改質触媒としては、白金、パラジウム、ロジウムなどの貴金属、あるいは、これらの合金を用いることができる。改質器 6 は、改質反応を行うために燃焼器 4 からの熱エネルギーによって 7 0 0 程度に維持されている。

10

## 【 0 0 3 4 】

変成器 7 には、シフト反応を促進する触媒が担持されている。シフト触媒としては、銅系触媒などの低温触媒や、鉄系触媒などの高温触媒が知られており、これらを組み合わせることによって、効果的にシフト反応を促進することができる。シフト反応は 3 0 0 程度で行われる。

## 【 0 0 3 5 】

C O 除去器 8 には、一酸化炭素の選択酸化触媒が担持されている。この触媒としては、白金、ルテニウム、パラジウム、金、あるいは、これらを第 1 元素とした合金を用いることができる。C O 除去器 8 によって、ガス中の一酸化炭素濃度を数 p p m 程度のまで低減することができる。

20

## 【 0 0 3 6 】

図 2 は、本発明の実施の形態に係る水素生成装置 1 の断熱容器 3 の構成を模式的に示す縦断面図である。

## 【 0 0 3 7 】

図 2 において、断熱容器 3 を構成する断熱体であるヒュームドシリカ断熱材板 1 8 は、例えば 1 0 0 n m 以下のマイクロポア構造を有すヒュームドシリカ ( 5 ~ 3 0 n m ・球状 ) の加圧成形体で、固体粒子が点接触で伝熱経路が最小である。加えて、ヒュームドシリカ断熱材板 1 8 は、マイクロポアで気体の対流・分子衝突を阻止する構造をもつもので、改質部外周の平均温度 3 0 0 における熱伝導率は 0 . 0 2 5 W / ( m ・ k ) のものを厚み 6 0 m m で成形した。

30

## 【 0 0 3 8 】

次に、本実施の形態に係る水素生成装置 1 の製造方法を説明する。

## 【 0 0 3 9 】

まず、金属製の下蓋体 2 3 の開口部を覆うように繊維シート 2 5 を下蓋体 2 3 の上面に貼り付けてから、下蓋体 2 3 の上に、ヒュームドシリカ断熱材板 1 8 を複数枚積層し、その上端部に金属製のドーナツ盤状の上蓋体 2 4 を配設する。

## 【 0 0 4 0 】

このとき、下蓋体 2 3 は、最下段の円柱状のヒュームドシリカ断熱材板 1 8 の底面の外周部を最下段のヒュームドシリカ断熱材板 1 8 の外周面の下端部を含めて覆っている。

40

## 【 0 0 4 1 】

また、上蓋体 2 4 は、最上段の円筒状のヒュームドシリカ断熱材板 1 8 の上面を最上段のヒュームドシリカ断熱材板 1 8 の外周面の上端部を含めて覆っている。

## 【 0 0 4 2 】

次に、この状態の下蓋体 2 3 の大径部 2 6 と上蓋体 2 4 の大径部 2 6 とを一緒に覆う寸法の繊維シート 2 5 ( 接着剤を塗布したガラスクロスシート ) を、下蓋体 2 3 と上蓋体 2 4 とで挟まれた状態のヒュームドシリカ断熱材板 1 8 の積層体の外周面に貼り付ける。この作業により、繊維シート 2 5 が積層されたヒュームドシリカ断熱材板 1 8 と下蓋体 2 3

50

と上蓋体 2 4 とを一体化して、断熱容器 3 を構成する。

【 0 0 4 3 】

そして、断熱容器 3 の上方から水素生成化学反応容器 2 を断熱容器 3 の内部に挿入することで、水素生成装置 1 を完成させることができる。

【 0 0 4 4 】

以上、説明したように本実施の形態の水素生成装置 1 は、鉛直方向に中心軸を有する多重円筒構造の水素生成化学反応容器 2 と、無機粉体を含む材料を加圧成形して成り水素生成化学反応容器 2 の底面と外周面を覆う有底円筒形の断熱体であるヒュームドシリカ断熱材板 1 8 を備えた断熱容器 3 とを有する。また、断熱容器 3 は、断熱体の開口した上面を、内周面と外周面のそれぞれの上端部を含めて覆う金属製の

10

上蓋体 2 4 と、断熱体の底面を外周面の下端部を含めて覆う金属製の下蓋体 2 3 と、無機粉体の飛散を防止可能に構成され断熱容器 3 の外周面を覆う繊維シート 2 5 と、を有する。

【 0 0 4 5 】

上記構成において、水素生成化学反応容器 2 の底面と外周面を覆う有底円筒形の断熱体の端部（縁）を金属製の

20

上蓋体 2 4 と下蓋体 2 3 で覆うことにより、低コストでより効率的に漏洩熱量が抑えられ、かつ有底円筒形の断熱体の縁が破損しにくい水素生成装置 1 となる。

【 0 0 4 6 】

また、水素生成化学反応容器 2 の底面と外周面を覆う有底円筒形の断熱体の端部（縁）を金属製の

30

上蓋体 2 4 と下蓋体 2 3 で覆うことにより、有底円筒形の断熱体の曲面（外周面）と平面（上面と底面）とを連続して繊維シート 2 5 で覆う（繊維シート 2 5 を貼る）工程を廃止できるので、大幅な作業工数の削減が図れ、生産性を向上できる。

【 0 0 4 7 】

また、本実施の形態の水素生成装置 1 は、下蓋体 2 3 が、断熱体であるヒュームドシリカ断熱材板 1 8 の底面の一部（中央部）を露出させる開口部 2 3 a を有し、繊維シート 2 5 は、下蓋体 2 3 の開口部 2 3 a から無機粉体が外に飛散しないように、断熱体であるヒュームドシリカ断熱材板 1 8 の底面も覆っている。

【 0 0 4 8 】

下蓋体 2 3 が、断熱体であるヒュームドシリカ断熱材板 1 8 の底面の一部を露出させる開口部 2 3 a を有することにより、下蓋体 2 3 の中央部から外周部に伝わる熱を低減させ、より高い断熱性能を提供することが可能となる。

40

【 0 0 4 9 】

また、断熱容器 3 の底面に設けた繊維シート 2 5 により、下蓋体 2 3 の開口部 2 3 a から無機粉体が外に飛散するのを防止することができる。

【 0 0 5 0 】

なお、上蓋体 2 4 と下蓋体 2 3 は、全体を金属で構成させる必要はなく、少なくとも有底円筒形の断熱体あるヒュームドシリカ断熱材板 1 8 の縁を覆う部分が金属で構成されていれば良く、有底円筒形の断熱体の縁を覆う部分が金属で、その他の部分が樹脂で、それらが一体成形されたものでも構わない。

【 0 0 5 1 】

例えば、上蓋体 2 4 は、有底円筒形の断熱体の外縁を覆う金属製大リングと、有底円筒形の断熱体の内縁を覆う金属製小リングと、それらと一体成形される樹脂製円板で構成されても構わず、その場合は、比較的高温になる金属製小リングから比較的低温の金属製大リングに熱が伝わるのを樹脂製円板によって抑制することができる。

50

【 0 0 5 2 】

以上のように本実施の形態においては、低コストでより強度に優れた断熱容器を構成することができ、熱漏洩しにくい安定した断熱性能を維持する水素生成装置の断熱容器が提供できる。

【 0 0 5 3 】

以上説明したように、本発明の水素生成装置は、鉛直方向に中心軸を有する多重円筒構

造の水素生成化学反応容器と、無機粉体を含む材料を加圧成形して成り水素生成化学反応容器の底面と外周面を覆う有底円筒形の断熱体を備えた断熱容器とを有する。また、断熱容器は、断熱体の開口した上面を、内周面と外周面のそれぞれの上端部を含めて覆う金属製の蓋体と、断熱体の底面を外周面の下端部を含めて覆う金属製の蓋体とを有する。さらに、断熱容器は、無機粉体の飛散を防止可能に構成され断熱体の外周面を覆う繊維シートを有する。

【0054】

水素生成化学反応容器の底面と外周面を覆う有底円筒形の断熱体の端部（縁）を金属製の蓋体と下蓋体で覆うことにより、低コストでより効率的に漏洩熱量が抑えられ、かつ有底円筒形の断熱体の縁が破損しにくい、水素生成装置を提供することができる。

10

【0055】

また、水素生成化学反応容器の底面と外周面を覆う有底円筒形の断熱体の端部（縁）を金属製の蓋体と下蓋体で覆うことにより、有底円筒形の断熱体の曲面（外周面）と平面（上面と底面）とを連続して繊維シートで覆う工程、すなわち繊維シートを貼る工程を廃止することができる。そのため、大幅な作業工数の削減が図れ、生産性の向上が図れる。

【0056】

断熱体としては、無機粉体を含む材料を加圧成形して成る気相比率90%前後の多孔体を板状に加工したものの積層体を用いてもよい。そして、その使用用途や必要特性に応じて公知の材料を使用することができる。

【0057】

なお、上蓋体と下蓋体は、少なくとも有底円筒形の断熱体の縁を覆う部分が金属で構成されていれば良い。

20

【0058】

また、本発明の水素生成装置は、断熱容器を構成する断熱体の底面の一部を露出させる開口部を有し、繊維シートは、下蓋体の開口部から無機粉体が飛散しないように、断熱体の底面も覆う構成としてもよい。

【0059】

下蓋体が、断熱体の底面の一部を露出させる開口部を有することにより、下蓋体の中央部から外周部に伝わる熱を低減させ、より高い断熱性能を提供することが可能となる。

【0060】

また、断熱体の底面に設けた繊維シートにより、下蓋体の開口部から無機粉体が外に飛散するのを防止することができる。

30

【産業上の利用可能性】

【0061】

本発明は、低コストで高強度化による安定した断熱性能が図れるなど、実用性の高く、特に、多重円筒構造の水素生成装置に最適である。

【符号の説明】

【0062】

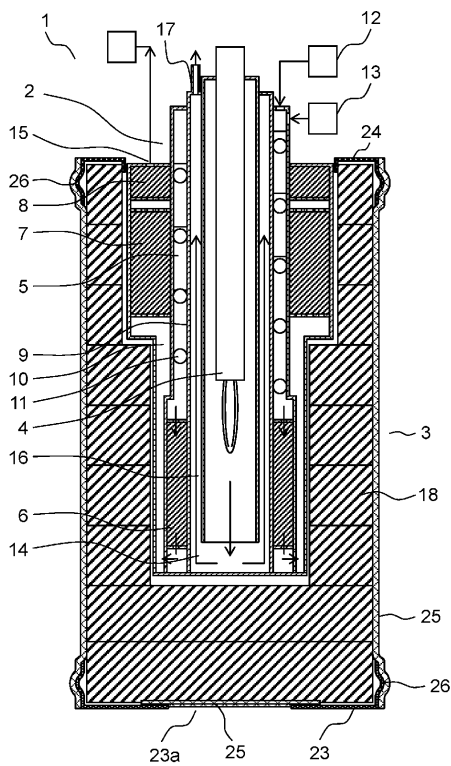
- 1, 101 水素生成装置
- 2, 102 水素生成化学反応容器
- 3, 103 断熱容器
- 4, 104 燃焼器
- 5, 105 蒸発器
- 6, 106 改質器
- 7, 107 変成器
- 8, 108 CO除去器
- 9, 109 内筒
- 10, 110 外筒
- 11, 111 らせん仕切
- 12, 112 原料供給器

40

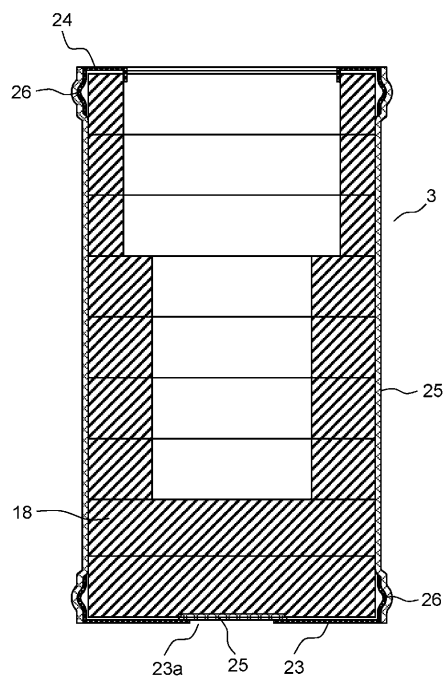
50

- 1 3 , 1 1 3 改質水供給器
- 1 4 , 1 1 4 燃焼ガス流路
- 1 5 , 1 1 5 水素排出口
- 1 6 , 1 1 6 燃焼筒
- 1 7 , 1 1 7 燃焼ガス排出口
- 1 8 , 1 1 8 ヒュームドシリカ断熱材板 (断热体)
- 2 3 下蓋体
- 2 3 a 開口部
- 2 4 上蓋体
- 2 5 纖維シート
- 2 6 大径部
- 1 1 9 接着剂
- 1 2 0 下部ガラスクロス
- 1 2 1 胴部ガラスクロス
- 1 2 2 上部ガラスクロス

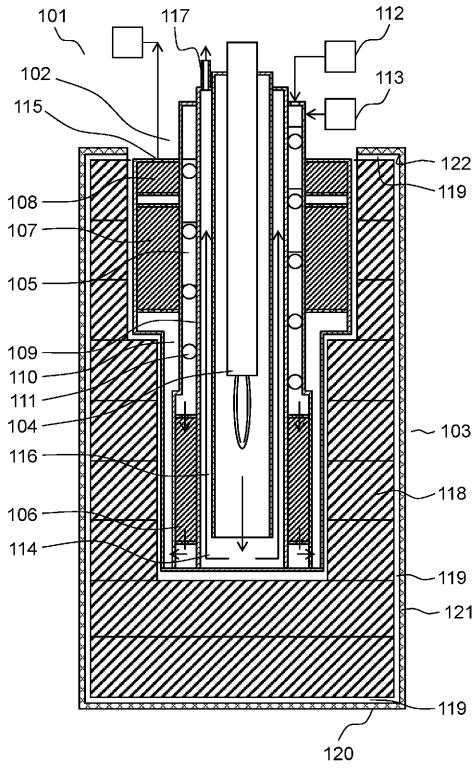
【図 1】



【図 2】



【図3】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2012-193097(JP,A)  
国際公開第2005/118467(WO,A1)  
特開2016-179929(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C01B3/00-6/34  
F16L59/00-59/22  
H01M8/04-8/0662