

(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2022-168935
(P2022-168935A)

(43)公開日
令和4年11月9日(2022. 11. 9)

(51)Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 0 1 B 3/04 (2006. 01)	C 0 1 B 3/04 B	4 G 1 4 0
C 0 1 B 3/56 (2006. 01)	C 0 1 B 3/56 Z	5 H 1 2 7
H 0 1 M 8/0656 (2016. 01)	H 0 1 M 8/0656	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 16 頁)

(21)出願番号	特願2021-74632(P2021-74632)	(71)出願人	000001199
(22)出願日	令和3年4月27日(2021. 4. 27)		株式会社神戸製鋼所
			兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号
		(71)出願人	504139662
			国立大学法人東海国立大学機構
			愛知県名古屋市中種区不老町1番
		(74)代理人	100115381
			弁理士 小谷 昌崇
		(74)代理人	100067828
			弁理士 小谷 悦司
		(74)代理人	100137143
			弁理士 玉串 幸久

最終頁に続く

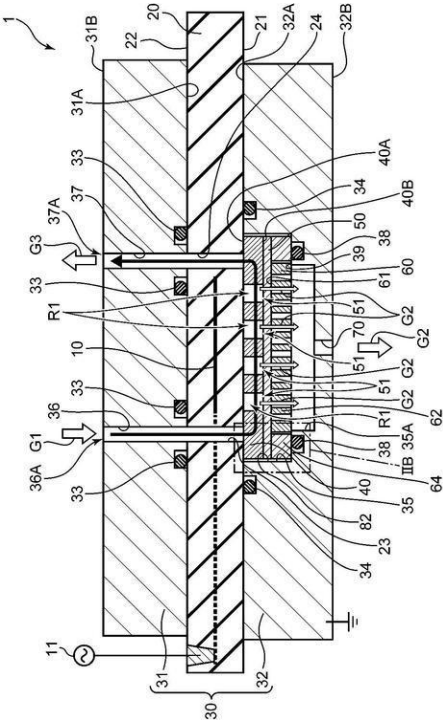
(54)【発明の名称】アンモニア分解装置及び水素ガス製造システム

(57)【要約】

【課題】より高純度の水素ガスを回収する。

【解決手段】アンモニア分解装置4は、電極板10と、絶縁板20と、アンモニアガスを含むガスの流路が形成され、電極板10への電圧の印加によって発生したプラズマによりアンモニアガスG0を水素ガスG2に分解するアンモニア処理部40と、水素ガスG2を選択的に透過可能な水素ガス透過膜50と、水素ガス透過膜50の背面側に位置する背面部材62と、背面部材62の外周面の外側に設けられており水素ガス透過膜50を迂回して背面部材62に流入するガスを抑制するメタルガスケット64と、を備える。

【選択図】図2A



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

プラズマによりアンモニアガスを分解するアンモニア分解装置であって、
交流電源が接続された電極板と、
前記電極板に当接する絶縁板と、
前記絶縁板に当接すると共に前記アンモニアガスを含むガスの流路が形成され、前記電極板への電圧の印加によって前記流路内に発生したプラズマにより前記アンモニアガスを水素ガスに分解するアンモニア処理部と、
前記流路を流れるガスのうち前記水素ガスを選択的に透過可能な水素ガス透過膜と、
前記水素ガス透過膜のうち前記流路に対向する部分の背面側に位置し、前記水素ガスが通過可能な背面部材と、
前記背面部材の外側で、前記アンモニア処理部との間に前記水素ガス透過膜の外縁部を挟持し、前記アンモニア処理部から前記水素ガス透過膜を迂回して流れるガスの前記背面部材への流入を抑制するメタルガスカートと、
前記アンモニア処理部と、前記水素ガス透過膜と、前記背面部材と、前記メタルガスカートとを収容する収容部と、
前記押さえ部材を通過した前記水素ガスを回収する回収部と、を備える、アンモニア分解装置。

10

【請求項 2】

前記メタルガスカートと前記水素ガス透過膜の間に、液状パッキンまたはグリースが位置している、請求項 1 に記載のアンモニア分解装置。

20

【請求項 3】

前記収容部内に、前記メタルガスカートと前記収容部との間の隙間を塞ぐＯリング、液状パッキンまたはグリースが位置している、請求項 1 または請求項 2 に記載のアンモニア分解装置。

【請求項 4】

前記背面部材は、前記水素ガス透過膜の一方の面に当接する押さえ面を有する多孔質部により構成されている、請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載のアンモニア分解装置。

【請求項 5】

前記絶縁板は、セラミックスで形成されると共に、前記電極板を内部に保持する、請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載のアンモニア分解装置。

30

【請求項 6】

アンモニア供給源からアンモニアガスを受け入れ、触媒又はプラズマによりアンモニアガスを分解して水素ガスを生成する第 1 アンモニア分解装置と、

請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載のアンモニア分解装置であって、前記第 1 アンモニア分解装置から排出されたアンモニアガスおよび水素ガスを含む混合ガスを受け入れ、アンモニアガスを分解して水素ガスをさらに生成するとともに水素ガスを回収する第 2 アンモニア分解装置と、を備える、水素ガス製造システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

40

【0001】

本発明は、アンモニア分解装置及び水素ガス製造システムに関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、特許文献 1 に記載されているように、プラズマによりアンモニアを水素ガスと窒素ガスに分解する装置が知られている。

【0003】

特許文献 1 には、水素生成装置を備えた燃料電池システムが記載されている。この水素生成装置は、原料ガス流路が形成された誘電体と、誘電体の裏面に対向するように配置された電極と、原料ガス流路の開口部を閉鎖する水素分離膜と、水素分離膜と燃料電池セル

50

の燃料極との間に配置された棒状のスペーサとを備えている。この装置では、誘電体の原料ガス流路で誘電体バリア放電を発生させることによりアンモニアが大気圧非平衡プラズマとなり、当該大気圧非平衡プラズマから水素が発生する。そして、発生した水素が水素分離膜の中を拡散しながら通過して燃料電池セルの燃料極側の空間に到達する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2018-125064号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

特許文献1における水素生成装置では、原料ガスのプラズマ化によって発生した水素ガスが、水素分離膜の一方の側から他方の側に導出される際に、原料ガスに含まれていた水素ガスもしくは水素ガスと同時に発生した水素ガス以外のガスが分離膜外周部から径方向に向かって漏れ込むことによって水素ガスの純度が下がるという課題がある。

【0006】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、より高純度の水素ガスを回収することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

20

前記の目的を達成するため、本発明に係るアンモニア分解装置は、プラズマによりアンモニアガスを分解するアンモニア分解装置であって、交流電源が接続された電極板と、前記電極板に当接する絶縁板と、前記絶縁板に当接すると共に前記アンモニアガスを含むガスの流路が形成され、前記電極板への電圧の印加によって前記流路内に発生したプラズマにより前記アンモニアガスを水素ガスに分解するアンモニア処理部と、前記流路を流れるガスのうち前記水素ガスを選択的に透過可能な水素ガス透過膜と、前記水素ガス透過膜のうち前記流路に対向する部分の背面側に位置し、前記水素ガスが通過可能な背面部材と、前記背面部材の外側で、前記アンモニア処理部との間に前記水素ガス透過膜の外縁部を挟持し、前記アンモニア処理部から前記水素ガス透過膜を迂回して流れるガスの前記背面部材への流入を抑制するメタルガスケットと、前記アンモニア処理部と、前記水素ガス透過

30

膜と、前記背面部材と、前記メタルガスケットとを収容する収容部と、前記押さえ部材を通過した前記水素ガスを回収する回収部と、を備える。

【0008】

このように構成されたアンモニア分解装置によれば、アンモニア処理部から水素ガス透過膜を迂回して流れるガスが背面部材へ流入することを抑制することができる。これにより、水素ガス透過膜を通過した水素ガスに、水素ガス透過膜を迂回して流入したガスが混入することを抑制できるため、より高純度の水素ガスを回収することができる。

【0009】

前記アンモニア分解装置は、前記メタルガスケットと前記水素ガス透過膜の間に、液状パッキンまたはグリースが位置していてもよい。

40

【0010】

この態様では、液状パッキンまたはグリースによって、メタルガスケットと水素ガス透過膜の隙間から背面部材へのガスの漏出が抑制されるため、メタルガスケットのシール性を向上できる。

【0011】

前記アンモニア分解装置は、前記収容部内に、前記メタルガスケットと前記収容部との間の隙間を塞ぐＯリング、液状パッキンまたはグリースが位置していてもよい。

【0012】

この態様では、Ｏリング、液状パッキンまたはグリースによって、メタルガスケットと収容部の隙間が塞がれるため、背面部材へのガスの漏出は抑制される。したがって、メタ

50

ルガスキットのシール性を向上できる。

【 0 0 1 3 】

前記背面部材は、前記水素ガス透過膜の一方の面に当接する押さえ面を有する多孔質部により構成されていてもよい。

【 0 0 1 4 】

この態様では、背面部材を構成する多孔質部材が押さえ面を有しており、水素ガス透過膜のうちアンモニア処理部の流路に対向する部分を背面側から押さえることにより、水素ガスの通過に伴う水素分離膜の変形を抑制できる。これにより、水素分離膜が破れることを抑制しながら、水素分離膜に水素ガスを通過させることができる。

【 0 0 1 5 】

前記絶縁板は、セラミックスで形成されていてもよく、前記電極板を内部に保持していてもよい。これにより、電極版の周囲における絶縁性をより確実に確保することができる。

10

【 0 0 1 6 】

本発明に係る水素ガス製造システムは、アンモニア供給源からアンモニアガスを受け入れ、触媒又はプラズマによりアンモニアガスを分解して水素ガスを生成する第 1 アンモニア分解装置と、前記アンモニア分解装置であって、前記第 1 アンモニア分解装置から排出されたアンモニアガスおよび水素ガスを含む混合ガスを受け入れ、アンモニアガスを分解して水素ガスをさらに生成するとともに水素ガスを回収する第 2 アンモニア分解装置と、を備える。

20

【 0 0 1 7 】

このように構成された水素ガス製造システムによれば、第 1 アンモニア分解装置にて触媒反応又はプラズマ分解によりアンモニアガスを分解し、その後、第 2 アンモニア分解装置にて、第 1 アンモニア分解装置から排出された混合ガスをプラズマ分解することができる。これにより、アンモニアガスの処理量を確保すると共に、水素ガスの純度を高めることができる。

【発明の効果】

【 0 0 1 8 】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、より高純度の水素ガスを回収できる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 9 】

【図 1】本発明の実施形態 1 に係る水素ガス製造システムの構成を模式的に示す図である。

【図 2 A】本発明の実施形態 1 に係るアンモニア分解装置の構成を模式的に示す縦断面図である。

【図 2 B】図 2 A の領域 I I B における拡大図である。

【図 3】本発明の実施形態 1 におけるアンモニア処理部の構成を模式的に示す平面図である。

【図 4】図 3 中の領域 I V における拡大図である。

40

【図 5】図 4 中の線分 V - V に沿った断面図である。

【図 6】本発明の実施形態 2 に係るアンモニア分解装置の構成を模式的に示す縦断面図である。

【図 7】本発明の実施形態 2 に係るアンモニア分解装置における水素ガスの流れを説明するための模式図である。

【図 8】本発明の実施形態 3 に係るアンモニア分解装置の構成を模式的に示す縦断面図である。

【図 9】本発明の実施形態 4 におけるアンモニア処理部の構成を模式的に示す平面図である。

【図 1 0】本発明のその他実施形態を説明するための模式図である。

50

【図 1 1】本発明のその他実施形態を説明するための模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明を実施するための形態について図面を参照しながら詳細に説明する。文中で「上」、「下」及び「左」、「右」といった方向指標が用いられるが、これらの方向指標は説明の明瞭化のみを目的としており、限定的に解釈されるべきでない。

【0021】

(実施形態 1)

以下、図面に基づいて、本発明の実施形態に係るアンモニア分解装置及び水素ガス製造システムを詳細に説明する。

【0022】

まず、本発明の実施形態 1 に係る水素ガス製造システム 100 の構成を、図 1 に基づいて説明する。水素ガス製造システム 100 は、アンモニアガス G0 を原料ガスとして水素ガス G2 を製造するものである。水素ガス G2 の用途としては、例えば燃料電池が挙げられるが、これに限定されない。図 1 に示すように、水素ガス製造システム 100 は、第 1 アンモニア分解装置 4 と、第 2 アンモニア分解装置 1 とを主に備える。

【0023】

第 1 アンモニア分解装置 4 は、アンモニア供給源 9 からアンモニアガス G0 を受け入れ、触媒によりアンモニアガス G0 を分解して水素ガス及び窒素ガスを生成するものである。第 1 アンモニア分解装置 4 は、第 1 ガス供給ライン 5 を介してアンモニア供給源 9 に接続されると共に、第 2 ガス供給ライン 6 を介して第 2 アンモニア分解装置 1 に接続されている。未分解のアンモニアガス、水素ガス及び窒素ガスを含む混合ガス G1 が第 1 アンモニア分解装置 4 から排出され、第 2 ガス供給ライン 6 を介して第 2 アンモニア分解装置 1 に供給される。

【0024】

第 2 アンモニア分解装置 1 は、第 1 アンモニア分解装置 4 から排出された混合ガス G1 を受け入れ、アンモニアガスを分解して水素ガス G2 をさらに生成するとともに水素ガス G2 を回収するものである。以下、第 2 アンモニア分解装置 1 (単に「アンモニア分解装置 1」とも称する)の構成を詳細に説明する。

【0025】

アンモニア分解装置 1 は、プラズマによりアンモニアガスを水素ガスと窒素ガスに分解するものである。図 2 A は、アンモニア分解装置 1 の縦断面図である。図 2 A に示すように、アンモニア分解装置 1 は、電極板 10 と、絶縁板 20 と、フランジ 30 と、アンモニア処理部 40 と、水素ガス透過膜 50 と、背面部材 62 と、メタルガスカート 64 と、グリース 80 と、回収部 70 とを主に備える。

【0026】

電極板 10 は、単一の板部材からなり、交流電源 11 に電氣的に接続されている。絶縁板 20 は、例えば A1203 等のセラミックス(絶縁材料)で形成された板であり、上面 22 及び下面 21 を含む。絶縁板 20 は、電極板 10 に当接しており、本実施形態では、電極板 10 を内部に保持する。換言すると、電極板 10 は、絶縁板 20 の内部に埋め込まれており、当該電極板 10 の周囲全体が絶縁板 20 によって電氣的に絶縁されている。図 2 A に示すように、電極板 10 は、上面 22 及び下面 21 と平行であり、径方向において絶縁板 20 の略中央に埋め込まれている。なお、絶縁板 20 は、セラミックス以外の絶縁材料からなるものでもよい。

【0027】

絶縁板 20 には、アンモニア処理部 40 に供給される混合ガス G1 が流れる供給流路 23 が当該絶縁板 20 を厚さ方向に貫通するように形成されており、アンモニア処理部 40 から排出されるガスが流れる排出流路 24 が当該絶縁板 20 を厚さ方向に貫通するように形成されている。図 2 A に示すように、電極板 10 は、絶縁板 20 の径方向において供給流路 23 と排出流路 24 との間に位置している。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

フランジ 3 0 は、絶縁板 2 0 を挟持するものであり、上フランジ 3 1 と、下フランジ 3 2 とを含む。上フランジ 3 1 及び下フランジ 3 2 は、いずれも S U S 製の板であり、絶縁板 2 0 よりも直径が小さい。絶縁板 2 0 は、上フランジ 3 1 と下フランジ 3 2 とによって厚さ方向に挟持されている。

【 0 0 2 9 】

上フランジ 3 1 は、絶縁板 2 0 の上面 2 2 に当接する内面 3 1 A と、当該内面 3 1 A と反対側を向く外面 3 1 B とを含む。内面 3 1 A には、外面 3 1 B 側に凹む環状溝が複数形成されており、O (オー) リング等のシール部材 3 3 が当該環状溝内に装着されている。これにより、絶縁板 2 0 の上面 2 2 と上フランジ 3 1 の内面 3 1 A との間の気密性が確保されている。

10

【 0 0 3 0 】

上フランジ 3 1 には、アンモニア処理部 4 0 に供給される混合ガス G 1 が流れる供給流路 3 6 が当該上フランジ 3 1 を厚さ方向に貫通するように形成されており、アンモニア処理部 4 0 から排出されるガスが流れる排出流路 3 7 が当該上フランジ 3 1 を厚さ方向に貫通するように形成されている。図 2 A に示すように、上フランジ 3 1 の供給流路 3 6 は、シール部材 3 3 が収容される環状溝の間に形成されており、絶縁板 2 0 の供給流路 2 3 に連通している。同様に、上フランジ 3 1 の排出流路 3 7 は、シール部材 3 3 が収容される環状溝の間に形成されており、絶縁板 2 0 の排出流路 2 4 に連通している。供給流路 3 6 が外面 3 1 B 側に開放された部分がガス入口 3 6 A となっており、排出流路 3 7 が外面 3 1 B 側に開放された部分がガス出口 3 7 A となっている。

20

【 0 0 3 1 】

下フランジ 3 2 は、絶縁板 2 0 の下面 2 1 に当接する内面 3 2 A と、当該内面 3 2 A と反対側を向く外面 3 2 B とを含む。上フランジ 3 1 と同様に、内面 3 2 A には、外面 3 2 B 側に凹む環状溝が形成されており、O (オー) リング等のシール部材 3 4 が当該環状溝内に装着されている。これにより、絶縁板 2 0 の下面 2 1 と下フランジ 3 2 の内面 3 2 A との間の気密性が確保されている。本実施形態では下フランジ 3 2 が接地 (グラウンド) されているが、接地する箇所はこれに限定されない。

【 0 0 3 2 】

下フランジ 3 2 には、内面 3 2 A から外面 3 2 B 側に凹む空間である大径溝 3 5 と、当該大径溝 3 5 に連通すると共に大径溝 3 5 よりも小径の空間である小径溝 3 5 A とが形成されている。小径溝 3 5 A は、大径溝 3 5 と同心状で且つ大径溝 3 5 よりも外面 3 2 B 側に形成されている。また大径溝 3 5 及び小径溝 3 5 A は、いずれもシール部材 3 4 が収容される環状溝よりも径方向内側に形成されている。

30

【 0 0 3 3 】

図 2 A に示すように、大径溝 3 5 には、アンモニア処理部 4 0 、水素ガス透過膜 5 0 及び背面部材 6 2 が上から順に重なった状態で収容されている。背面部材 6 2 の外周面の外側には、背面部材 6 2 の外周面 (側面) 全体を覆うように形成された環状のメタルガasket 6 4 が設けられている。メタルガasket 6 4 は、アンモニア処理部 4 0 の外縁部との間で水素ガス透過膜 5 0 を挟持するようにして構成されている。大径溝 3 5 の内径は、メタルガasket 6 4 の外径と略同じであり、メタルガasket 6 4 の外周面は大径溝 3 5 の内周面に対向するように形成されている大径溝 3 5 が形成された下フランジ 3 2 は、アンモニア処理部 4 0 、水素ガス透過膜 5 0 、背面部材 6 2 及びメタルガasket 6 4 を収容する収容部として機能する。

40

【 0 0 3 4 】

下フランジ 3 2 には、大径溝 3 5 の内面と小径溝 3 5 A の内面とを繋ぐ段差面 3 9 が設けられている。段差面 3 9 は内面 3 2 A 及び外面 3 2 B と平行な環状の平面であり、背面部材 6 2 外周部及びメタルガasket 6 4 が当該段差面 3 9 上に載置されている。

【 0 0 3 5 】

図 2 A 内の領域 I I B を拡大して示す図 2 B に示すように、段差面 3 9 には、外面 3 2

50

B側に凹む環状溝が形成されており、O（オー）リング等のシール部材38が当該環状溝内に装着されている。シール部材38は、メタルガスケット64に密着しており、これにより、メタルガスケット64の下面と段差面39との間の気密性が確保されている。

【0036】

さらに、水素ガス透過膜50の外縁部の下面とメタルガスケット64の上面との間には、全周に亘ってグリース80が設けられており、水素ガス透過膜50の外縁部の下面とメタルガスケット64の上面との間の気密性が確保されている。シール部材38及びグリース80により、アンモニアガスが水素ガス透過膜50の外周側から回り込んで後述の回収部70側へ漏れるのを抑制することができる。

【0037】

アンモニア処理部40は、絶縁板20の下面21に当接すると共にアンモニアガスの流路R1が形成されたものである。アンモニア処理部40は、電極板10への電圧の印加によって流路R1内に発生したプラズマによりアンモニアガスを水素ガスと窒素ガスに分解する。アンモニア処理部40は、例えばSUS等からなる厚さ1mm～2mm程度の金属板であり、絶縁板20の下面21に当接する上面40Aと、水素ガス透過膜50に当接する下面40Bとを含む。

【0038】

ここで、アンモニア処理部40の詳細な構成を、図3～図5に基づいて説明する。図3は、アンモニア処理部40の平面図である。図4は、図3中の領域IVにおける拡大図である。図5は、図4中の線分V-Vに沿った断面図である。

【0039】

図3に示すように、アンモニアガスの流路R1は、ガス入口43とガス出口44とを繋ように形成されており、複数の貫通部41と複数の非貫通部42とを含む蛇行形状を有する。具体的には、貫通部41と非貫通部42が流路R1に沿って交互に形成されており、非貫通部42が流路R1の各屈曲部に設けられている。流路R1は、例えばエッチング処理、レーザ加工又は切削等の手法により形成されている。

【0040】

ガス入口43は、平面視半円形を有し、絶縁板20の供給流路23（図2A）に連通している。ガス出口44は、ガス入口43と反対向きの平面視半円形を有し、絶縁板20の排出流路24（図2A）に連通している。貫通部41は、平面視長方形を有し、当該貫通部41の長さ方向に直交する方向（図3の横方向）に所定間隔を空けて複数形成されている。非貫通部42は、隣接する貫通部41の間に形成されている。

【0041】

ガス入口43、ガス出口44及び貫通部41は、いずれも金属板を厚さ方向に貫通するように形成されている。換言すると、ガス入口43、ガス出口44及び貫通部41は、アンモニア処理部40の上面40A側及び下面40B側（図2A）のいずれにも開放されている。

【0042】

一方、非貫通部42は、金属板を厚さ方向に貫通せず、厚さ方向の一部を残すように当該金属板を加工することによって形成されている。具体的には、図5に示すように、非貫通部42には、金属板の薄肉部42Aが残されている。このため、非貫通部42は、アンモニア処理部40の上面40A側に開放される一方、下面40B側には開放されていない。

【0043】

アンモニア処理部40は、プレート本体46と、複数の櫛部45とを含む。図3に示すように、櫛部45は、貫通部41に平行な平面視長方形を有し、隣接する貫通部41の間に設けられている。櫛部45は、プレート本体46に直接繋がる基端45Bと、薄肉部42A（図5）を介してプレート本体46に繋がる先端45Aとを含む。

【0044】

水素ガス透過膜50（図2A）は、流路R1を流れるガスのうち水素ガスG2を選択的

10

20

30

40

50

に透過可能なものであり、アンモニア処理部 40 の下面 40B に張り付けられている。水素ガス透過膜 50 は、例えば Pd - Cu 合金等からなり、流路 R1 の全体を覆う薄い金属箔である（図 3 中の一点鎖線）。図 2A に示すように、水素ガス透過膜 50 は、流路 R1 に対向する部分 51（ガス入口 43、ガス出口 44 及び貫通部 41 を下面 40B 側から塞ぐ部分）を含む。水素ガス透過膜 50 は、膜厚 10 μm ~ 100 μm 程度に圧延された金属薄膜である。

【0045】

背面部材 62 は、水素ガス透過膜 50 のうち流路 R1 に対向する部分 51 を当該流路 R1 と反対の背面側から押さえる押さえ面 61 を有し、水素ガス G2 が通過可能なものである。押さえ面 61 は、水素ガス透過膜 50 の下面（アンモニア処理部 40 と反対側の面）全体に面接触し、当該下面全体を略均等な力で上向きに押さえる。背面部材 62 には、平板状の多孔質部材が採用され、例えば、メッシュ状に加工された樹脂若しくは金属、パンチングメタル、多孔質金属又は多孔質セラミックス（例えば多孔質アルミナ）等を採用することができる。背面部材 62 が設けられることで、水素ガス透過膜 50 の強度が保たれる。メタルガスカート 64 は、厚さ 1 mm ~ 10 mm 程度の水素ガス G2 が透過しない緻密な金属部材（非多孔質部材）である。

【0046】

背面部材 62 とメタルガスカート 64 とから構成された部材は、アンモニア処理部 40 と略同径の板であり、平面視において流路 R1 の全体を覆う大きさを有する。すなわち、背面部材 62 の押さえ面 61 及びメタルガスカート 64 の上面は、水素ガス透過膜 50 を挟んで流路 R1 の全体（ガス入口 43、ガス出口 44、貫通部 41 及び非貫通部 42 を含む領域）と対向する。このため、背面部材 62 の押さえ面 61 及びメタルガスカート 64 の上面は、水素ガス透過膜 50 のうち流路 R1 に対向する部分 51 の全体を、当該流路 R1 と反対の背面側から押さえる。なお、図 2A に示すように、背面部材 62 よりも下側には、隙間（小径溝 35A）が空いた状態となる。

【0047】

回収部 70 は、背面部材 62 を通過した水素ガス G2 を回収する部分である。図 2A に示すように、回収部 70 は、下フランジ 32 の下側中央部に形成された貫通孔であり、小径溝 35A に連通している。

【0048】

次に、水素ガス製造システム 100 による水素ガス G2 の製造プロセスを説明する。

【0049】

図 1 に示すように、まず、アンモニア供給源 9 から第 1 ガス供給ライン 5 を介して第 1 アンモニア分解装置 4 にアンモニアガス G0 が供給される。第 1 アンモニア分解装置 4 では、触媒反応によりアンモニアガス G0 の一部が水素ガスと窒素ガスに分解される。そして、水素ガス、窒素ガス及び未分解のアンモニアガスを含む混合ガス G1 が、第 2 ガス供給ライン 6 を介して第 2 アンモニア分解装置 1 に供給される。

【0050】

図 2A に示すように、混合ガス G1 は、ガス入口 36A からアンモニア分解装置 1 内に流入し、上フランジ 31 の供給流路 36 及び絶縁板 20 の供給流路 23 を順に流れた後、アンモニア処理部 40 内に供給される。混合ガス G1 は、ガス入口 43（図 3）から流路 R1 内に流入し、ガス出口 44 に向かって流路 R1 内を蛇行しつつ流れる。

【0051】

一方、交流電源 11（図 2A）から電極板 10 に所定の電圧を印加することにより、流路 R1 内（電極板 10 と水素ガス透過膜 50 との間）にプラズマが発生する。このプラズマによって、混合ガス G1 に含まれるアンモニアガスが水素ガス G2 と窒素ガスに分解される。水素ガス G2 の分圧は、例えば大気圧程度である。そして、流路 R1 を流れるガスのうち水素ガス G2 のみが水素ガス透過膜 50 を透過し、さらに背面部材 62 を通過した後、回収部 70 からアンモニア分解装置 1 の外へ取り出される。一方、窒素ガス及び未分解のアンモニアガスは、ガス出口 44（図 3）からアンモニア処理部 40 の外へ流出し、

10

20

30

40

50

絶縁板 20 の排出流路 24 (図 2A) 及び上フランジ 31 の排出流路 37 を順に流れた後、ガス出口 37A からアンモニア分解装置 1 の外へ取り出される (ガス G3)。

【0052】

次に、アンモニア分解装置 1 の効果について説明する。

【0053】

上述の通り、アンモニア処理部 40 でのプラズマ分解により発生した水素ガス G2 は、水素ガス透過膜 50 を透過してアンモニア分解装置 1 の外へ取り出される。このとき、混合ガス G1 の一部が、水素ガス透過膜 50 の径方向外側を通過して漏れ出し、背面部材 62 に流入することが懸念される。これに対し、本実施形態に係るアンモニア分解装置 1 では、メタルガスカート 64 によって水素ガス透過膜 50 と下フランジ 32 の段差面 39 の間を塞ぎ、シール部材 38 によってメタルガスカート 64 と下フランジ 32 の間を塞ぎ、グリース 80 によって水素ガス透過膜 50 とメタルガスカート 64 の間を塞いでいる。このため、混合ガス G1 が、アンモニア処理部 40 から水素ガス透過膜 50 の径方向外側を通過して、背面部材 62 側に漏れ出すことを抑制できる。これにより、水素ガス透過膜 50 を通過した水素ガス G2 に、水素ガス透過膜 50 を迂回して流入した混合ガス G1 が混入することを抑制できるため、より高純度の水素ガス G2 を回収できる。

【0054】

なお、水素ガス透過膜 50 の外縁部の下面とメタルガスカート 64 の上面との間には、全周に亘ってグリース 80 が設けられているが、これに代えて、気密性を確保するための液状パッキンが設けられていてもよい。

【0055】

また、段差面 39 上には環状溝及びシール部材 38 が設けられているが、これに代えて、段差面 39 とメタルガスカート 64 の下面との間に、気密性を確保するためのグリースまたは液状パッキンが設けられていてもよい。

【0056】

また、図 1 に示す水素ガス製造システム 100 は、第 1 アンモニア分解装置 4 が触媒反応によりアンモニアガスの分解を行う構成となっているが、これに代えて、第 1 アンモニア分解装置 4 が、プラズマによりアンモニアガスを分解するように構成されていてもよい。この場合、アンモニア供給源 9 から供給されたアンモニアガス G0 は、第 1 アンモニア分解装置 4 によってプラズマ分解されて混合ガス G1 となり、第 2 ガス供給ライン 6 を介して第 2 アンモニア分解装置 1 に供給される。この場合、第 1 アンモニア分解装置 4 は、第 2 アンモニア分解装置 1 と同様に構成されてもよい。

【0057】

(実施形態 2)

次に、本発明の実施形態 2 に係るアンモニア分解装置 2 の構成を、図 6 及び図 7 に基づいて説明する。実施形態 2 に係るアンモニア分解装置 2 は、基本的に実施形態 1 に係るアンモニア分解装置 1 と同様の構成を備え且つ同様の効果を奏するものであるが、背面部材 62 の構成において異なっている。以下、実施形態 1 と異なる点についてのみ説明する。なお、図 6 及び図 7 において、実施形態 1 に対応する構成要素には同じ参照符号を付し、その説明を省略する。

【0058】

図 6 に示すように、実施形態 2 に係るアンモニア分解装置 2 は、水素ガス透過膜 50 と反対側から背面部材 62 を支持する弾性部材 63 をさらに備えている。弾性部材 63 は、例えばゴム製の板からなり、背面部材 62 を透過した水素ガス G2 を回収部 70 に導く孔 63A (流路) が径方向中央に形成されている。図 6 に示すように、背面部材 62 及びメタルガスカート 64 は大径溝 35 内に收容されており、弾性部材 63 は小径溝 35A 内に收容されている。弾性部材 63 は厚さ方向に押し縮められており、その反力によって背面部材 62 が水素ガス透過膜 50 の下面に押し付けられている。また背面部材 62 の外面 (メタルガスカート 64 の内面と対向する面) は、弾性部材 63 の外面と面一である。

【0059】

図 7 は、水素ガス透過膜 5 0 を透過した水素ガス G 2 が、背面部材 6 2 の内部を通過する様子を模式的に示している。図 7 に示すように、水素ガス透過膜 5 0 を透過した水素ガス G 2 は、背面部材 6 2 の内部において径方向中央に向かって流れる。そして、背面部材 6 2 内の径方向中央に集まった水素ガス G 2 が、弾性部材 6 3 の孔 6 3 A を通じてアンモニア分解装置 2 (図 6) の外へ取り出される。

【 0 0 6 0 】

以上の通り、本実施形態に係るアンモニア分解装置 2 によれば、背面部材 6 2 の背面に弾性部材 6 3 を設けることにより、弾性部材 6 3 によって背面部材 6 2 を背面側から押さえることができる。これにより、水素ガス透過膜 5 0 のうち流路 R 1 に対向する部分 5 1 を押さえ面 6 1 によってより確実に押さえることが可能になり、水素ガス透過膜 5 0 の破れをより確実に抑制することができる。なお、実施形態 1 に記載の通り、弾性部材は本発明のアンモニア分解装置において必須の構成要素ではない。実施形態 1 のように弾性部材を採用しない場合には、水素ガス透過膜 5 0 のうち流路 R 1 に対向する部分 5 1 が押さえ面 6 1 によって確実に押さえられるように、背面部材 6 2 の厚さや大径溝 3 5 の深さ等を適宜調整することが好ましい。

【 0 0 6 1 】

(実施形態 3)

次に、本発明の実施形態 3 に係るアンモニア分解装置 3 の構成を、図 8 に基づいて説明する。実施形態 3 に係るアンモニア分解装置 3 は、基本的に実施形態 2 に係るアンモニア分解装置 2 と同様の構成を備え且つ同様の効果を奏するものであるが、背面部材 6 2 の構成において異なっている。以下、実施形態 2 と異なる点についてのみ説明する。なお、図 8 において、実施形態 2 に対応する構成要素には同じ参照符号を付し、その説明を省略する。

【 0 0 6 2 】

実施形態 3 における弾性部材 6 3 B は、バネにより構成されており、小径溝 3 5 A において圧縮された状態で配置されている。背面部材 6 2 は、弾性部材 6 3 B のバネ力を受けて上向きに付勢されており、その結果、押さえ面 6 1 が水素ガス透過膜 5 0 のうち流路 R 1 に対向する部分 5 1 の全体を上向きに押さえている。

【 0 0 6 3 】

このように、実施形態 3 では、実施形態 2 のゴムに代えて、バネ等の部材全体に亘って水素ガスが通過可能な隙間を有する部材 (孔を形成しなくても水素ガスが通過可能な部材) を弾性部材として採用することにより、背面部材 6 2 を通過後の水素ガス G 2 が回収部 7 0 までより流れ易くなる。このため、下フランジ 3 2 内での水素ガス G 2 の滞留を抑制することができる。なお、バネに代えて金属製の綿等が弾性部材 6 3 B として採用されてもよい。

【 0 0 6 4 】

(実施形態 4)

次に、本発明の実施形態 4 に係るアンモニア分解装置の構成を、図 9 に基づいて説明する。実施形態 4 に係るアンモニア分解装置は、基本的に実施形態 1 に係るアンモニア分解装置 1 と同様の構成を備え且つ同様の効果を奏するものであるが、アンモニア処理部の構成において異なっている。以下、実施形態 1 と異なる点についてのみ説明する。なお、図 9 において、実施形態 1 に対応する構成要素には同じ参照符号を付し、その説明を省略する。

【 0 0 6 5 】

図 9 は、実施形態 4 におけるアンモニア処理部 4 0 の平面図である。アンモニア処理部 4 0 の流路 R 1 は、ガス入口 4 3 と、ガス出口 4 4 と、ガス入口 4 3 とガス出口 4 4 とを繋ぐ複数 (図 9 の例では 2 つ) の微細流路 R 2 とを含む。ガス入口 4 3 及びガス出口 4 4 は、いずれもアンモニア処理部 4 0 の金属板を厚さ方向に貫通する。

【 0 0 6 6 】

微細流路 R 2 は、貫通部 4 7 と非貫通部 4 8 とを含む蛇行形状を有し、互いに沿うよう

10

20

30

40

50

に形成されている。貫通部 4 7 は金属板を厚さ方向に貫通するように形成されている一方、非貫通部 4 8 は当該金属板の厚さ方向の一部が残るように（薄肉部を含むように）形成されている。図 9 に示すように、非貫通部 4 8 は、微細流路 R 2 の両端（ガス入口 4 3 及びガス出口 4 4 に繋がる部分）と微細流路 R 2 の各屈曲部に設けられているが、その他の部分にさらに設けられていてもよい。

【 0 0 6 7 】

アンモニア処理部 4 0 は、プレート本体 4 6 と、蛇行部 4 9 とを含む。蛇行部 4 9 は、2 つの微細流路 R 2 により挟まれた部分であり、非貫通部 4 8（薄肉部）を介してプレート本体 4 6 に繋がっている。

【 0 0 6 8 】

本実施形態に係るアンモニア分解装置では、複数の微細流路 R 2 を設けることにより、アンモニアガスの処理量をより多く確保することができる。そして、各微細流路 R 2 に非貫通部 4 8 を設けることにより、微細流路 R 2 により挟まれた蛇行部 4 9 をプレート本体 4 6 に対して安定に保持することができる。なお、実施形態 2, 3 に係るアンモニア分解装置 2, 3 において、複数の微細流路 R 2 が設けられてもよい。

【 0 0 6 9 】

今回開示された実施形態は、全ての点で例示であって、制限的なものではないと解されるべきである。本発明の範囲は、上記した説明ではなくて特許請求の範囲により示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。したがって、以下の実施形態も本発明の範囲に含まれる。

【 0 0 7 0 】

実施形態 1 において、背面部材 6 2 は、多孔質部材であると共に弾性部材であってもよい。この場合、例えばスチールウールやスポンジ等を背面部材 6 2 の材料として採用することができる。

【 0 0 7 1 】

下フランジ 3 2 に代えて水素ガス透過膜 5 0 が接地（グラウンド）されていてもよい。

【 0 0 7 2 】

アンモニア処理部は金属板からなる場合に限定されず、例えば S i O 2 等の他の材料からなるものでもよい。しかし、金属板を用いることにより絶縁板 2 0 を薄くすることが可能となり、誘電損を抑制することができる。また流路 R 1 は蛇行形状に限定されず、例えば直線状等の他の形状とすることも可能である。

【 0 0 7 3 】

実施形態 1 において、非貫通部 4 2 が流路 R 1 のうち屈曲部以外の部分にも設けられていてもよい。

【 0 0 7 4 】

電極板 1 0 は、絶縁板 2 0 の内部に保持される場合に限定されず、図 1 0 に示すように、電極板 1 0 が絶縁板 2 0 上に載置されていてもよい。この場合、例えば樹脂モールド等の方法により電極板 1 0 の周囲の絶縁性が確保される。

【 0 0 7 5 】

図 1 1 に示すように、電極板 1 0 は、絶縁板 2 0 の内部において厚さ方向の中央よりもアンモニア処理部 4 0 側（下面 2 1 側）に位置していてもよい。これにより、電極板 1 0 に電圧を印加した際に、絶縁板 2 0 の上面 2 2 における放電の発生を抑制することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 6 】

- 1, 2, 3 アンモニア分解装置（第 2 アンモニア分解装置）
- 4 第 1 アンモニア分解装置
- 9 アンモニア供給源
- 1 0 電極板
- 1 1 交流電源

10

20

30

40

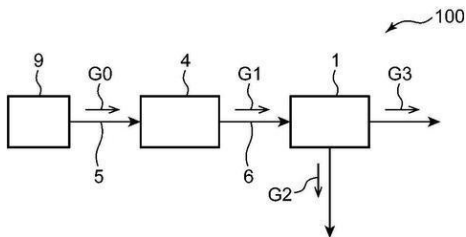
50

- 20 絶縁板
- 32 下フランジ
- 38 シール部材
- 40 アンモニア処理部
- 41, 47 貫通部
- 42, 48 非貫通部
- 43 ガス入口
- 44 ガス出口
- 50 水素ガス透過膜
- 61 押さえ面
- 62 背面部材
- 63, 63B 弾性部材
- 63A 孔（流路）
- 64 メタルガスケット
- 70 回収部
- 80 グリース
- 100 水素ガス製造システム
- G0 アンモニアガス
- G1 混合ガス
- G2 水素ガス
- R1 流路
- R2 微細流路

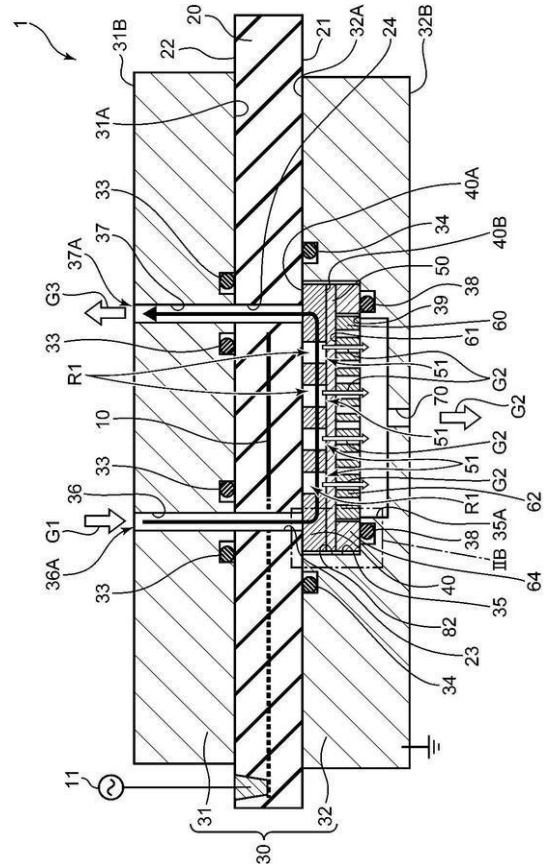
10

20

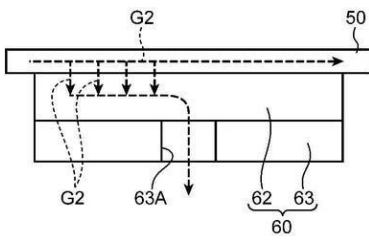
【図1】



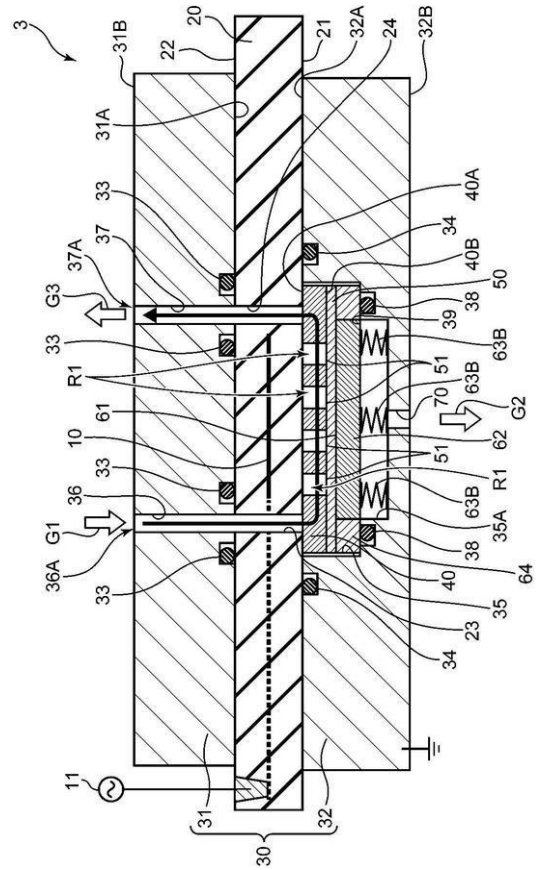
【図2A】



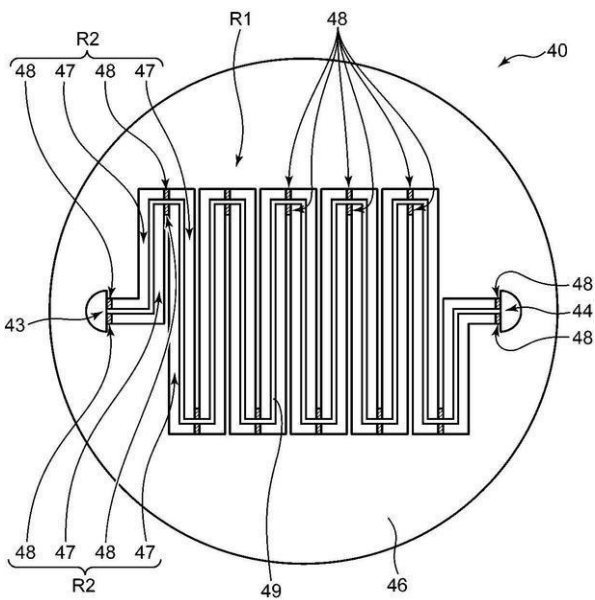
【図 7】



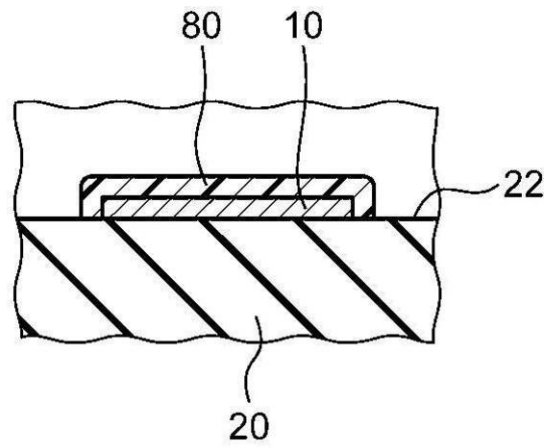
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (72)発明者 大園 知宏
兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号 株式会社神戸製鋼所内
- (72)発明者 小林 祐之輔
兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号 株式会社神戸製鋼所内
- (72)発明者 足立 成人
兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号 株式会社神戸製鋼所内
- (72)発明者 佐成 弘毅
兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号 株式会社神戸製鋼所内
- (72)発明者 神原 信志
岐阜県岐阜市柳戸1番1 国立大学法人東海国立大学機構内
- (72)発明者 早川 幸男
岐阜県岐阜市柳戸1番1 国立大学法人東海国立大学機構内
- Fターム(参考) 4G140 FA02 FB06 FC01
5H127 BA01 BA11 EE12