

(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2022-108381
(P2022-108381A)

(43)公開日 令和4年7月26日(2022.7.26)

(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 5 H 1 2 7
H 0 1 M 8/0606 (2016.01)	H 0 1 M 8/0606	
H 0 1 M 8/04 (2016.01)	H 0 1 M 8/04	N

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 15 頁)

(21)出願番号	特願2021-3332(P2021-3332)	(71)出願人	000001199 株式会社神戸製鋼所 兵庫県神戸市中央区浜浜海岸通二丁目2番 4号
(22)出願日	令和3年1月13日(2021.1.13)	(71)出願人	504139662 国立大学法人東海国立大学機構 愛知県名古屋市千種区不老町1番
		(74)代理人	100115381 弁理士 小谷 昌崇
		(74)代理人	100067828 弁理士 小谷 悅司
		(74)代理人	100187908 弁理士 山本 康平

最終頁に続く

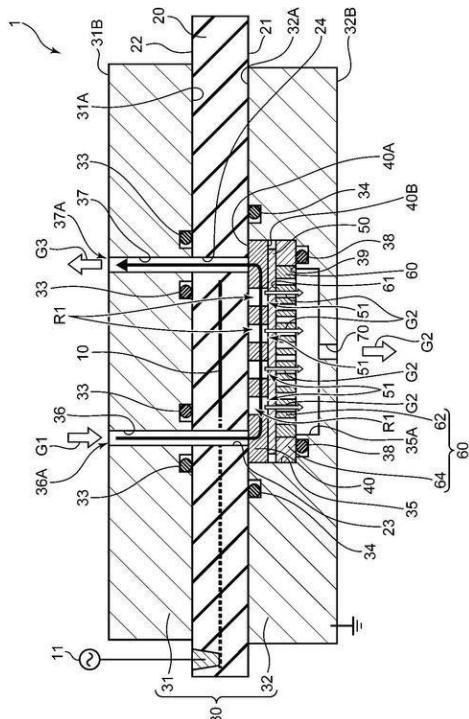
(54)【発明の名称】アンモニア分解装置及び水素ガス製造システム

(57)【要約】

【課題】水素ガス透過膜の破れを抑制することが可能なアンモニア分解装置を提供する。

【解決手段】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を前記流路と反対の背面側から押さえる押さえ面を有し、前記水素ガスが通過可能な押さえ部材と、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。

【選択図】図2



【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を前記流路と反対の背面側から押さえる押さえ面を有し、前記水素ガスが通過可能な押さえ部材と、
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。

【請求項 2】

前記押さえ部材が、
前記押さえ面を有する多孔質部材と、
前記多孔質部材を透過した前記水素ガスを前記回収部に導く流路が形成され、前記水素ガス透過膜と反対側から前記多孔質部材を支持する弾性部材と、を備える、請求項 1 に記載のアンモニア分解装置。

【請求項 3】

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 または 2 に記載のアンモニア分解装置。

【請求項 4】

前記電極板は、前記絶縁板の内部において厚さ方向の中央よりも前記アンモニア処理部側に位置する、請求項 3 に記載のアンモニア分解装置。

【請求項 5】

前記電極板は単一の部材からなる、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。

【請求項 6】

前記アンモニア処理部は金属板であり、
前記流路は、前記金属板を厚さ方向に貫通する貫通部と前記金属板の厚さ方向の一部が残った非貫通部とを含む蛇行形状を有する、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。

【請求項 7】

前記非貫通部は、前記流路のうち少なくとも屈曲部に設けられている、請求項 6 に記載のアンモニア分解装置。

【請求項 8】

前記アンモニア処理部は金属板であり、
前記流路は、前記金属板を厚さ方向に貫通するガス入口と、前記金属板を厚さ方向に貫通するガス出口と、前記ガス入口と前記ガス出口とを繋ぐ複数の微細流路と、を含み、

前記微細流路は、前記金属板を厚さ方向に貫通する貫通部と、前記金属板の厚さ方向の一部が残った非貫通部と、を含む、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。

【請求項 9】

アンモニア供給源からアンモニアガスを受け入れ、触媒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 8 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】

【0001】

本発明は、アンモニア分解装置及びこれを備えた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の燃料極との間に配置された枠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。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

20

【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】

【0005】

特許文献1における水素生成装置では、パラジウム合金等の薄膜が水素分離膜として使用されている。このため、誘電体の原料ガス流路内で発生した水素が水素分離膜を通過する際に、水素の圧力によって水素分離膜が破れ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、水素ガス透過膜の破れを抑制することが可能なアンモニア分解装置及びこれを備えた水素ガス製造システムを提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一局面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を前記流路と反対の背面側から押さえられる押さえ面を有し、前記水素ガスが通過可能な押さえ部材と、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。

40

【0008】

この構成によれば、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が押さえ部材により背面側から押さえられているため、当該流路内で発生した水素ガスが水素ガス透過膜を透過する際に、水素ガス透過膜が当該流路と反対側に膨らむのを抑制することができる。これにより、水素ガス透過膜が水素ガスの圧力により破れるのを抑制することができ、押さえ部材を通過した水素ガスを回収することができる。

【0009】

上記アンモニア分解装置において、前記押さえ部材が、前記押さえ面を有する多孔質部材と、前記多孔質部材を透過した前記水素ガスを前記回収部に導く流路が形成され、前記

水素ガス透過膜と反対側から前記多孔質部材を支持する弾性部材と、を備えていてよい。
。

【0010】

この構成によれば、弾性部材によって多孔質部材を背面側から支持することにより、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より確実に押さえることができる。

【0011】

上記アンモニア分解装置において、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ものでもよい。

【0012】

この構成によれば、電極板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

【0013】

上記アンモニア分解装置において、前記電極板は、前記絶縁板の内部において厚さ方向の中央よりも前記アンモニア処理部側に位置していてよい。

【0014】

この構成によれば、絶縁板のうちアンモニア処理部と反対側の面における放電の発生を抑制することができる。

【0015】

上記アンモニア分解装置において、前記電極板は单一の部材からなるものでもよい。

【0016】

上記アンモニア分解装置において、前記アンモニア処理部は金属板であってよい。前記流路は、前記金属板を厚さ方向に貫通する貫通部と前記金属板の厚さ方向の一部が残った非貫通部とを含む蛇行形状を有していてよい。

20

【0017】

この構成によれば、金属板のうち流路を規定する櫛状部分を安定に保持することができる。その結果、当該櫛状部分のバタつきに起因して水素ガス透過膜が破れるのを抑制することができる。

【0018】

上記アンモニア分解装置において、前記非貫通部は、前記流路のうち少なくとも屈曲部に設けられていてよい。

30

【0019】

この構成によれば、金属板の櫛状部分のうち特に不安定になり易い先端を安定に保持することができる。

【0020】

上記アンモニア分解装置において、前記アンモニア処理部は金属板であってよい。前記流路は、前記金属板を厚さ方向に貫通するガス入口と、前記金属板を厚さ方向に貫通するガス出口と、前記ガス入口と前記ガス出口とを繋ぐ複数の微細流路と、を含んでいてよい。前記微細流路は、前記金属板を厚さ方向に貫通する貫通部と、前記金属板の厚さ方向の一部が残った非貫通部と、を含んでいてよい。

40

【0021】

この構成によれば、複数の微細流路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、微細流路が非貫通部を含むため、金属板のうち微細流路の間に位置する部分を安定に保持することができる。

【0022】

本発明の他局面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、上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。

50

【0023】

この構成によれば、触媒反応によりアンモニアガスを分解した後、その残部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】**【0024】**

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、水素ガス透過膜の破れを抑制することが可能なアンモニア分解装置及びこれを備えた水素ガス製造システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0025】

【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】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IVにおける拡大図である。

【図5】図4中の線分V-Vに沿った断面図である。

20

【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10】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。

【図11】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】

30

【0026】

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。

【0027】**(実施形態1)**

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。

40

【0028】

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。

【0029】

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

50

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。

【0030】

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は、アンモニア分解装置1の縦断面図である。図2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、押さえ部材60と、回収部70とを主に備える。

【0031】

電極板10は、単一の板部材からなり、交流電源11に電気的に接続されている。絶縁板20は、例えばAl₂O₃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によって電気的に絶縁されている。図2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。

【0032】

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。

【0033】

フランジ30は、絶縁板20を挟持するものであり、上フランジ31と、下フランジ32とを含む。上フランジ31及び下フランジ32は、いずれもSUS製の板であり、絶縁板20よりも直径が小さい。絶縁板20は、上フランジ31と下フランジ32とによって厚さ方向に挟持されている。

【0034】

上フランジ31は、絶縁板20の上面22に当接する内面31Aと、当該内面31Aと反対側を向く外面31Bとを含む。内面31Aには、外面31B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33が当該環状溝内に装着されている。これにより、絶縁板20の上面22と上フランジ31の内面31Aとの間の気密性が確保されている。

【0035】

上フランジ31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36が当該上フランジ31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37が当該上フランジ31を厚さ方向に貫通するように形成されている。図2に示すように、上フランジ31の供給流路36は、シール部材33が収容される環状溝の間に形成されており、絶縁板20の供給流路23に連通している。同様に、上フランジ31の排出流路37は、シール部材33が収容される環状溝の間に形成されており、絶縁板20の排出流路24に連通している。供給流路36が外面31B側に開放された部分がガス入口36Aとなっており、排出流路37が外面31B側に開放された部分がガス出口37Aとなっている。

【0036】

下フランジ32は、絶縁板20の下面21に当接する内面32Aと、当該内面32Aと反対側を向く外面32Bとを含む。上フランジ31と同様に、内面32Aには、外面32B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34が当該環状溝内に装着されている。これにより、絶縁板20の下面21と下フランジ32の内面32A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32が接地（グランド）さ

10

20

30

40

50

れているが、接地する箇所はこれに限定されない。

【0037】

下フランジ32には、内面32Aから外面32B側に凹む空間である大径溝35と、当該大径溝35に連通すると共に大径溝35よりも小径の空間である小径溝35Aとが形成されている。小径溝35Aは、大径溝35と同心状で且つ大径溝35よりも外面32B側に形成されている。また大径溝35及び小径溝35Aは、いずれもシール部材34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。

【0038】

図2に示すように、大径溝35には、アンモニア処理部40、水素ガス透過膜50及び押さえ部材60が上から順に重なった状態で収容されている。大径溝35の内径は、アンモニア処理部40及び押さえ部材60の外径と略同じであり、アンモニア処理部40及び押さえ部材60の各側面が大径溝35の内面に当接している。

10

【0039】

下フランジ32には、大径溝35の内面と小径溝35Aの内面とを繋ぐ段差面39が設けられている。段差面39は内面32A及び外面32Bと平行な環状の平面であり、押さえ部材60の外周部が当該段差面39上に載置されている。段差面39には、外面32B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。これにより、押さえ部材60の下面と段差面39との間の気密性が確保されている。

【0040】

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。

20

【0041】

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。

【0042】

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とを繋ぐ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、例えばエッティング処理、レーザ加工又は切削等の手法により形成されている。

30

【0043】

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2)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2)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。

40

【0044】

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2)のいずれにも開放されている。

【0045】

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

50

モニア処理部 4 0 の上面 4 0 A 側に開放される一方、下面 4 0 B 側には開放されていない。
。

【 0 0 4 6 】

アンモニア処理部 4 0 は、プレート本体 4 6 と、複数の櫛部 4 5 とを含む。図 3 に示すように、櫛部 4 5 は、貫通部 4 1 に平行な平面視長方形を有し、隣接する貫通部 4 1 の間に設けられている。櫛部 4 5 は、プレート本体 4 6 に直接繋がる基端 4 5 B と、薄肉部 4 2 A (図 5) を介してプレート本体 4 6 に繋がる先端 4 5 A とを含む。

【 0 0 4 7 】

水素ガス透過膜 5 0 (図 2) は、流路 R 1 を流れるガスのうち水素ガス G 2 を選択的に透過可能なものであり、アンモニア処理部 4 0 の下面 4 0 B に張り付けられている。水素ガス透過膜 5 0 は、例えば Pd - Cu 合金等からなり、流路 R 1 の全体を覆う薄い金属箔である (図 3 中の一点鎖線)。図 2 に示すように、水素ガス透過膜 5 0 は、流路 R 1 に対向する部分 5 1 (ガス入口 4 3、ガス出口 4 4 及び貫通部 4 1 を下面 4 0 B 側から塞ぐ部分) を含む。水素ガス透過膜 5 0 は、圧延された金属薄膜である。

10

【 0 0 4 8 】

押さえ部材 6 0 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 を当該流路 R 1 と反対の背面側から押さえる押さえ面 6 1 を有し、水素ガス G 2 が通過可能なものである。押さえ面 6 1 は、水素ガス透過膜 5 0 の下面 (アンモニア処理部 4 0 と反対側の面) 全体に面接觸し、当該下面全体を略均等な力で上向きに押さえる。本実施形態における押さえ部材 6 0 は、押さえ面 6 1 を含む平板状の多孔質部材 6 2 と、当該多孔質部材 6 2 を取り囲むリングプレート 6 4 とを含む。多孔質部材 6 2 としては、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。リングプレート 6 4 は、水素ガス G 2 が透過しない緻密な金属部材 (非多孔質部材) である。リングプレート 6 4 の上面と水素ガス透過膜 5 0 の下面との接觸部がシール部になると共に、リングプレート 6 4 の下面とシール部材 3 8 との接觸部がシール部になっている。これにより、アンモニアガスが水素ガス透過膜 5 0 の外周側から回り込んで回収部 7 0 側へ漏れるのを抑制することができる。

20

【 0 0 4 9 】

押さえ部材 6 0 は、アンモニア処理部 4 0 と略同径の板であり、平面視において流路 R 1 の全体を覆う大きさを有する。すなわち、押さえ面 6 1 は、水素ガス透過膜 5 0 を挟んで流路 R 1 の全体 (ガス入口 4 3、ガス出口 4 4、貫通部 4 1 及び非貫通部 4 2 を含む領域) と対向する。このため、押さえ面 6 1 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 の全体を、当該流路 R 1 と反対の背面側から押さえる。なお、図 2 に示すように、押さえ部材 6 0 よりも下側には、隙間 (小径溝 3 5 A) が空いた状態となる。

30

【 0 0 5 0 】

回収部 7 0 は、押さえ部材 6 0 を通過した水素ガス G 2 を回収する部分である。図 2 に示すように、回収部 7 0 は、下フランジ 3 2 の下側中央部に形成された貫通孔であり、小径溝 3 5 A に連通している。

40

【 0 0 5 1 】

次に、水素ガス製造システム 1 0 0 による水素ガス G 2 の製造プロセスを説明する。

【 0 0 5 2 】

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 G 0 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 G 0 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 G 1 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。

【 0 0 5 3 】

図 2 に示すように、混合ガス G 1 は、ガス入口 3 6 A からアンモニア分解装置 1 内に流入し、上フランジ 3 1 の供給流路 3 6 及び絶縁板 2 0 の供給流路 2 3 を順に流れた後、ア

50

ンモニア処理部 4 0 内に供給される。混合ガス G 1 は、ガス入口 4 3 (図 3) から流路 R 1 内に流入し、ガス出口 4 4 に向かって流路 R 1 内を蛇行しつつ流れる。

【 0 0 5 4 】

一方、交流電源 1 1 (図 2) から電極板 1 0 に所定の電圧を印加することにより、流路 R 1 内 (電極板 1 0 と水素ガス透過膜 5 0 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 G 1 に含まれるアンモニアガスが水素ガス G 2 と窒素ガスに分解される。水素ガス G 2 の分圧は、例えば大気圧程度である。そして、流路 R 1 を流れるガスのうち水素ガス G 2 のみが水素ガス透過膜 5 0 を透過し、さらに押さえ部材 6 0 を通過した後、回収部 7 0 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 4 4 (図 3) からアンモニア処理部 4 0 の外へ流出し、絶縁板 2 0 の排出流路 2 4 (図 2) 及び上フランジ 3 1 の排出流路 3 7 を順に流れた後、ガス出口 3 7 A からアンモニア分解装置 1 の外へ取り出される (ガス G 3) 。

10

【 0 0 5 5 】

次に、アンモニア分解装置 1 の効果について説明する。

【 0 0 5 6 】

上述の通り、アンモニア処理部 4 0 でのプラズマ分解により発生した水素ガス G 2 は、水素ガス透過膜 5 0 を透過してアンモニア分解装置 1 の外へ取り出される。ここで、水素ガス透過膜 5 0 は薄い金属箔であるため、水素ガス G 2 の風圧により破れ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、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 (図 2) を背面側から押さえる押さえ面 6 1 を有する押さえ部材 6 0 を配置することにより、水素ガス透過膜 5 0 が水素ガス G 2 の風圧によって下向きに膨らむのを抑制することができる。このため、水素ガス G 2 の風圧によって水素ガス透過膜 5 0 が破れるのを抑制することができる。

20

【 0 0 5 7 】

(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、押さえ部材 6 0 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。

30

【 0 0 5 8 】

図 6 に示すように、実施形態 2 における押さえ部材 6 0 は、多孔質部材 6 2 及び当該多孔質部材 6 2 を取り囲むリングプレート 6 4 に加えて、水素ガス透過膜 5 0 と反対側から多孔質部材 6 2 を支持する弾性部材 6 3 をさらに含む。弾性部材 6 3 は、例えばゴム製の板からなり、多孔質部材 6 2 を透過した水素ガス G 2 を回収部 7 0 に導く孔 6 3 A (流路) が径方向中央に形成されている。図 6 に示すように、多孔質部材 6 2 及びリングプレート 6 4 は大径溝 3 5 内に収容されており、弾性部材 6 3 は小径溝 3 5 A 内に収容されている。弾性部材 6 3 は厚さ方向に押し縮められており、その反力によって多孔質部材 6 2 が水素ガス透過膜 5 0 の下面に押し付けられている。また多孔質部材 6 2 の外面 (リングプレート 6 4 の内面と接触する面) は、弾性部材 6 3 の外面と面一である。

40

【 0 0 5 9 】

図 7 は、水素ガス透過膜 5 0 を透過した水素ガス G 2 が、押さえ部材 6 0 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、多孔質部材 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、多孔質部材 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、多孔質部材 6 2 と弾性部材 6 3 の積層体を採用することにより、弾性部材 6 3 によって多孔質部材 6 2 を背面側

50

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、弹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 のように弹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、押さえ部材 6 0 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。

【0061】

(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、押さえ部材 6 0 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。

10

【0062】

実施形態 3 における弹性部材 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。多孔質部材 6 2 は、弹性部材 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。

20

【0063】

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）を弹性部材として採用することにより、多孔質部材 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弹性部材 6 3 B として採用されてもよい。

【0064】

(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。

30

【0065】

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。

40

【0066】

微細流路 R 2 は、貫通部 4 7 と非貫通部 4 8 を含む蛇行形状を有し、互いに沿うように形成されている。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（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。

【0067】

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-

50

ト本体46に繋がっている。

【0068】

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R2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R2に非貫通部48を設けることにより、微細流路R2により挟まれた蛇行部49をプレート本体46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R2が設けられてもよい。

【0069】

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。

10

【0070】

実施形態1において、押さえ部材60が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、例えばスチールワールやスポンジ等を押さえ部材60の材料として採用することができる。

【0071】

下フランジ32に代えて水素ガス透過膜50が接地されていてもよい。

【0072】

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SiO₂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20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R1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。

20

【0073】

実施形態1において、非貫通部42が流路R1のうち屈曲部以外の部分にも設けられていてもよい。

【0074】

電極板10は、絶縁板20の内部に保持される場合に限定されず、図10に示すように、電極板10が絶縁板20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80等の方法により電極板10の周囲の絶縁性が確保される。

30

【0075】

図11に示すように、電極板10は、絶縁板20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40側(下面21側)に位置していてもよい。これにより、電極板10に電圧を印加した際に、絶縁板20の上面22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】

【0076】

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

40

10 電極板

11 交流電源

20 絶縁板

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

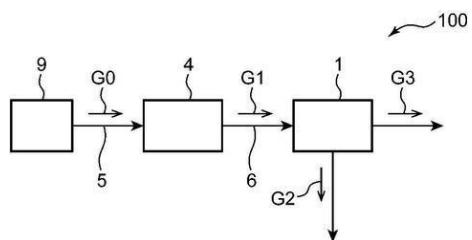
60 押さえ部材

50

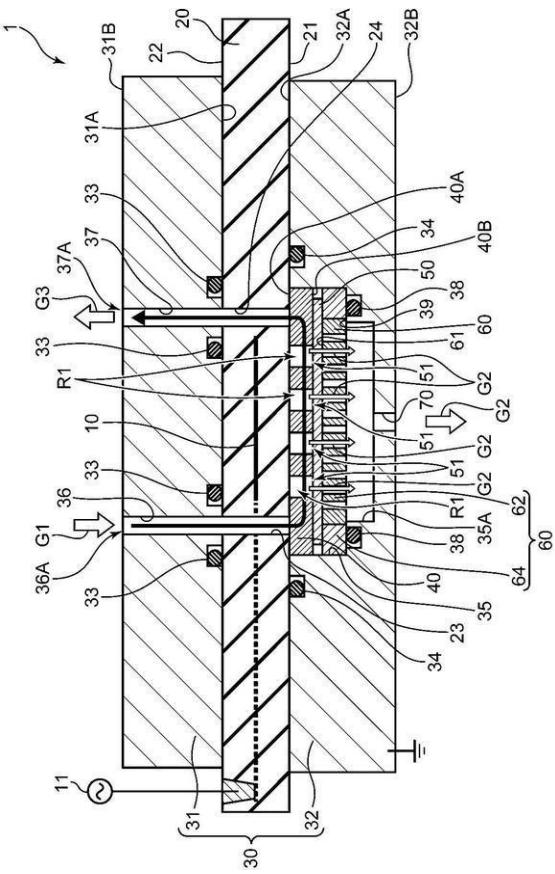
6 1 押さえ面
 6 2 多孔質部材
 6 3 , 6 3 B 弹性部材
 6 3 A 孔 (流路)
 7 0 回収部
 1 0 0 水素ガス製造システム
 G 0 アンモニアガス
 G 1 混合ガス
 G 2 水素ガス
 R 1 流路
 R 2 微細流路

10

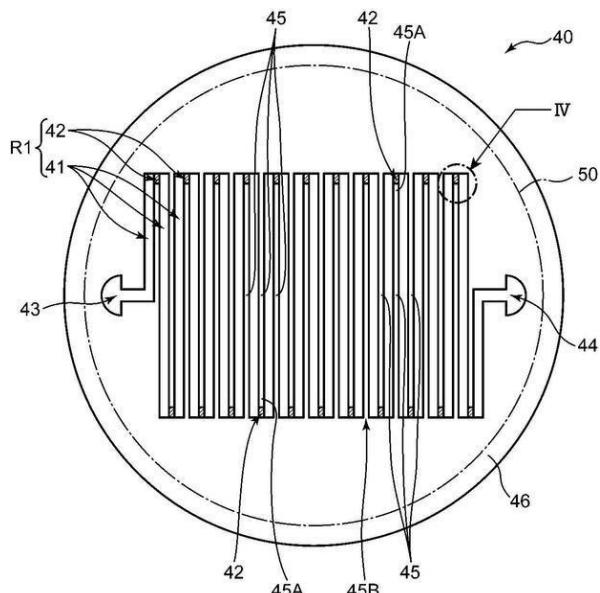
【図 1】



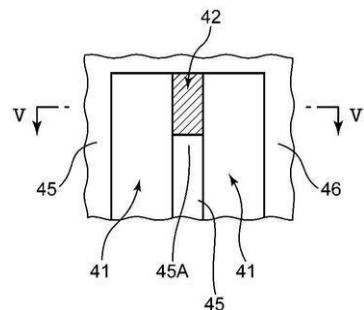
【図 2】



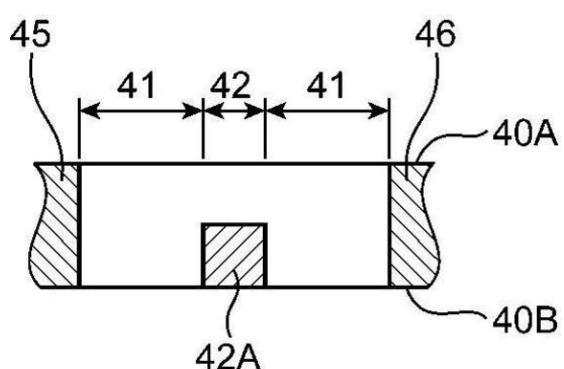
【図3】



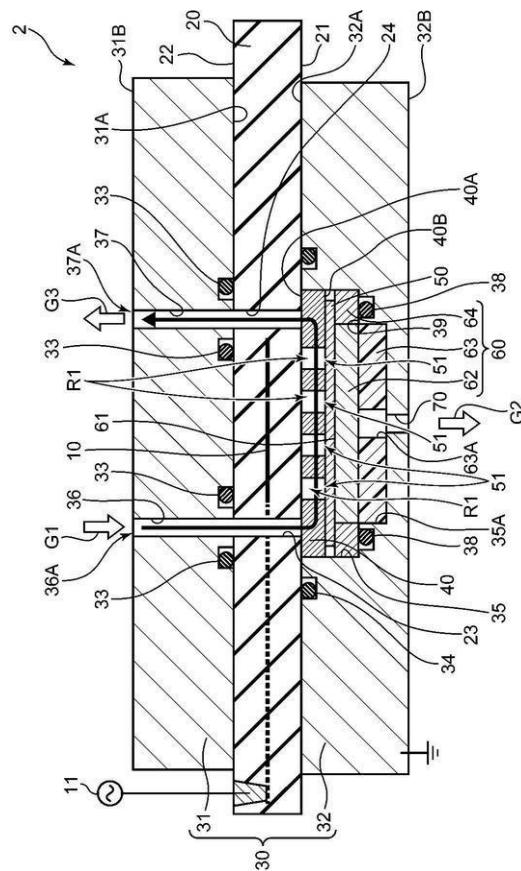
【 図 4 】



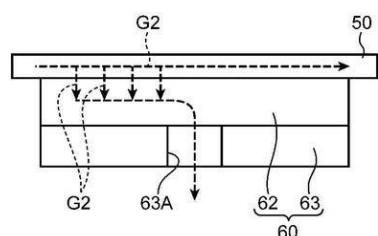
【 図 5 】



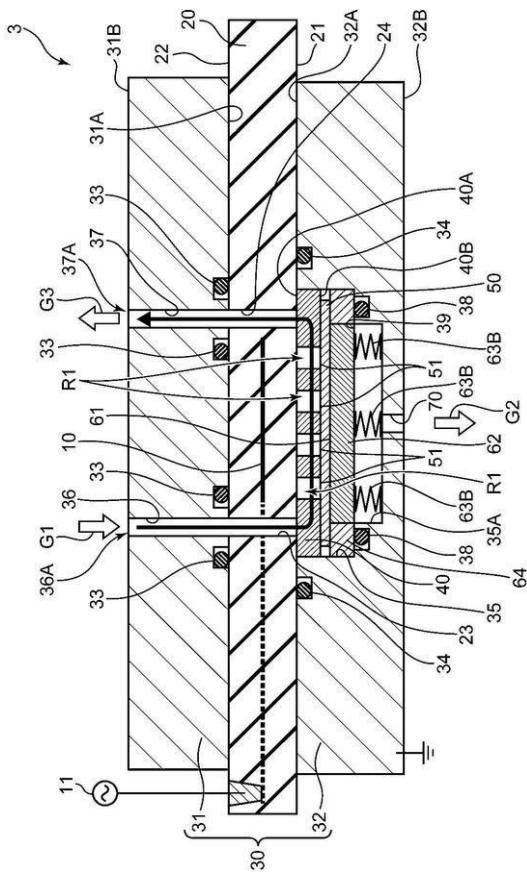
【 四 6 】



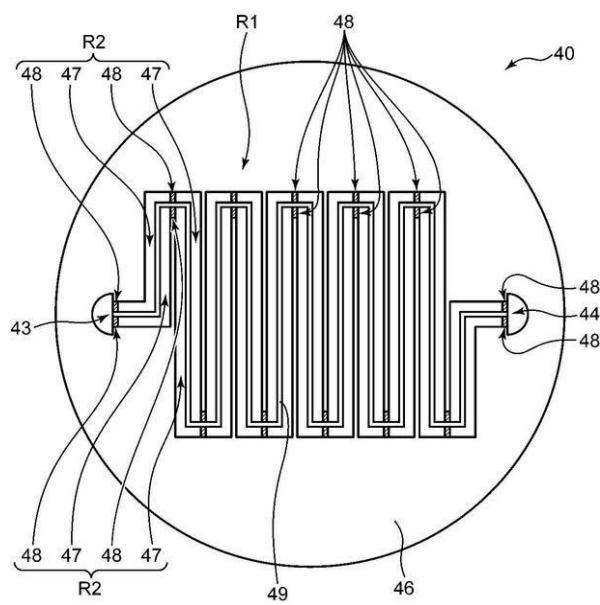
【 図 7 】



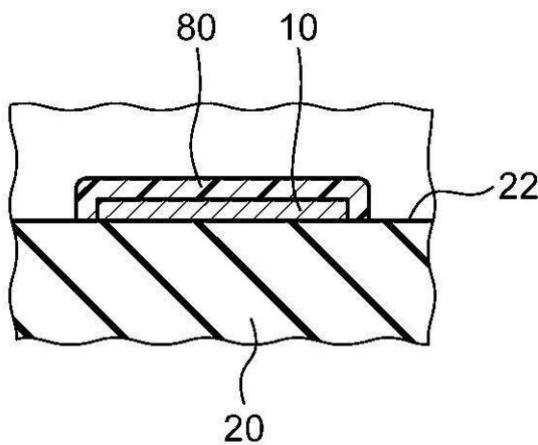
【 四 8 】



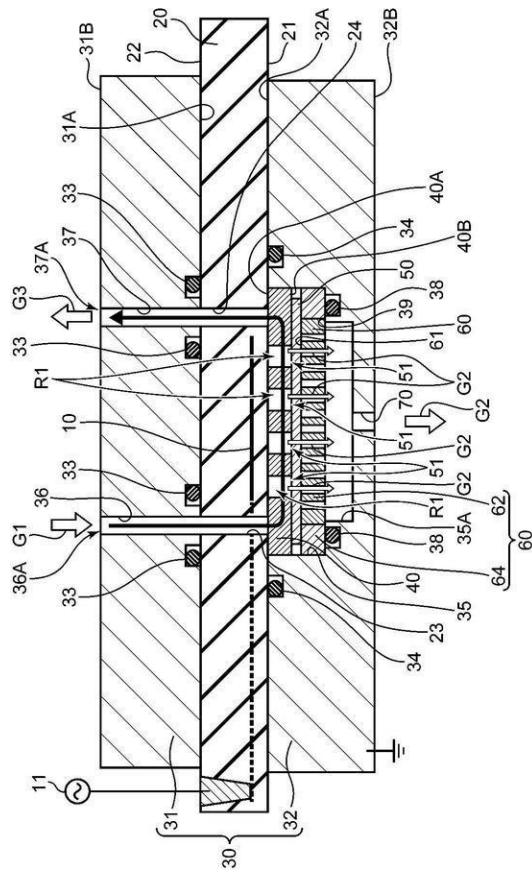
【 四 9 】



【 図 1 0 】



【図11】



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) 5H127 BA01 BA11 BA17 EE12