

(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2011-162365

(P2011-162365A)

(43) 公開日 平成23年8月25日(2011.8.25)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
CO1B	3/24	(2006.01)	CO1B	3/24		4G068		
BO1J	19/24	(2006.01)	BO1J	19/24	Z	4G075		
BO1J	19/08	(2006.01)	BO1J	19/08	C	4G140		
BO1J	7/00	(2006.01)	BO1J	7/00	Z	5H027		
HO1M	8/06	(2006.01)	HO1M	8/06	R			

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2010-24116 (P2010-24116)
 (22) 出願日 平成22年2月5日(2010.2.5)

特許法第30条第1項適用申請有り 発行所 日本大学
 工学部工学研究所 刊行物名 平成21年度 第52回
 日本大学工学部 学術研究報告会 講演要旨集 物質化
 学 工学部会 発行年月日 平成21年12月5日

(71) 出願人 899000057
 学校法人日本大学
 東京都千代田区九段南四丁目8番24号
 (74) 代理人 100075258
 弁理士 吉田 研二
 (74) 代理人 100096976
 弁理士 石田 純
 (72) 発明者 平山 和雄
 東京都千代田区九段南四丁目8番24号
 学校法人 日本大学内
 (72) 発明者 佐藤 晴夫
 東京都千代田区九段南四丁目8番24号
 学校法人 日本大学内

最終頁に続く

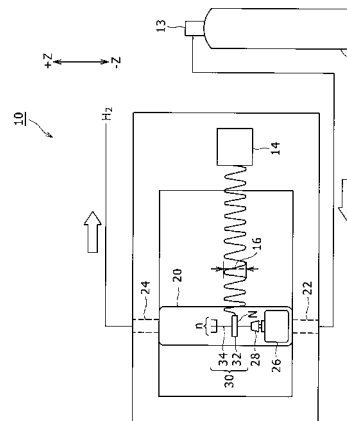
(54) 【発明の名称】 ガス発生装置

(57) 【要約】

【課題】 反応済みガス中に一酸化炭素や二酸化炭素を含まず、水素ガスのみを回収することのできるガス発生装置を提供することである。

【解決手段】 反応管部20内に台座26と、支持体28と、炭素質材料32と金属線部34とを配置する。次に反応管部20内にメタンガスを0.0002m³/分の流量で流入させ、マイクロ波エネルギーを照射する。メタンガスにマイクロ波エネルギーを照射するだけでは、メタンガスが分解されることはなく、反応管部20内に反応材部30である炭素質材料32と金属線部34を介在させることによって放電が起き、メタンガスが分解され、水素ガスが発生する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

マイクロ波エネルギーを供給するマイクロ波供給部と、
直鎖型の飽和炭化水素ガスである原料ガスを流入させる流入口と、反応済みガスを流出させる流出口とを有する反応管部と、

反応管部内に配置され、マイクロ波エネルギーを受けて放電を起こさせるための反応材部と、

を備え、

反応材部は、

マイクロ波供給部との関係で予め定められた所定の位置で反応管部内に配置されるグラ
ファイトチューブと、

10

グラファイトチューブに取り付けられ、原料ガスの流れ方向に平行な先端形状を有する
金属線部と、

を含むことを特徴とするガス発生装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載のガス発生装置において、

グラファイトチューブは、反応管部内においてマイクロ波供給部から供給されるマイク
ロ波エネルギーの照射領域内に配置され、

金属線部は、反応管部内においてグラファイトチューブよりも原料ガスの流れ方向の下
流側に向けて突き出して配置されることを特徴とするガス発生装置。

20

【請求項 3】

請求項 1 または 2 のいずれか 1 に記載のガス発生装置において、

金属線部の先端形状は予め定められた分岐本数を有することを特徴とするガス発生装置

。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 に記載のガス発生装置であって、

金属線部は、銅、又はニッケル、又は銀、又はタングステンから選択される少なくとも
1 種類の金属を含むことを特徴とするガス発生装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

30

【0001】

本発明はガス発生装置に係り、特にマイクロ波エネルギーを用いたガス発生装置に関する

。

【背景技術】**【0002】**

現在、自動車の動力源であるエンジンの燃料として主に使用されているのはガソリンで
あり、それは石油製品のひとつであるが、その石油が約 40 年から 50 年といった近い将
来に枯渇するであろうと言われている。そこで、石油に代わる新たなエネルギー源として現
在注目されているのが水素である。水素は、自動車の動力源に燃料電池を搭載した場合に
燃料電池の燃料として用いることができる。

40

【0003】

水素発生法には、メタンの水蒸気改質やコークス炉反応があるが、温暖化の原因とな
ると言われている二酸化炭素や一酸化炭素が発生するという難点がある。そこで、直鎖型
の飽和炭化水素ガスの直接分解によって、水素と炭素単体が生成すれば、環境に影響せず好
都合である。

【0004】

例えば、特許文献 1 には、反応容器内の固体炭素質材料をマイクロ波で加熱すること
により水素を発生させる水蒸気改質法について開示されている。また、特許文献 2 には、含
水素化合物の気体状物質を、黒鉛繊維片を装填した反応容器に流し、マイクロ波で加熱す
ることによって水素を遊離させる熱分解法について開示されている。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2007-126300号公報

【特許文献2】特開2006-188397号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1では、水蒸気を流入した環境下で、固体炭素材にマイクロ波を照射し水素を得るというものであるが、水素と一緒に一酸化炭素も精製されるため、先述したように一酸化炭素を副生成する。特許文献2では、含水素化合物の気体状物質を簡易かつ低廉な方法で分解して燃料電池用の水素燃料を得るとあるが、高効率化という課題を有する。

10

【0007】

本発明の目的は、反応済みガス中に一酸化炭素や二酸化炭素を含まず、水素ガスを発生させるガス発生装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係るガス発生装置は、マイクロ波エネルギーを供給するマイクロ波供給部と、直鎖型の飽和炭化水素ガスである原料ガスを流入させる流入口と、反応済みガスを流出させる流出口とを有する反応管部と、反応管部に配置され、マイクロ波エネルギーを受けて放電を起こさせるための反応材部とを備え、反応材部は、マイクロ波供給部との関係で予め定められた所定の位置で反応管部に配置されるグラファイトチューブと、グラファイトチューブに取り付けられ、原料ガスの流れ方向に平行な先端形状を有する金属線部とを含むことを特徴とする。

20

【0009】

また、本発明に係るガス発生装置は、グラファイトチューブは、反応管部内においてマイクロ波供給部から供給されるマイクロ波エネルギーの照射領域内に配置され、金属線部は、反応管部内においてグラファイトチューブよりも原料ガスの流れ方向の下流側に向けて突き出して配置されることが好ましい。

【0010】

また、本発明に係るガス発生装置は、金属線部の先端形状は予め定められた分岐本数を有することが好ましい

30

【0011】

また、本発明に係るガス発生装置は、金属線部は、銅、又はニッケル、又は銀、又はタングステンから選択される少なくとも1種類の金属を含むことが好ましい。

【発明の効果】

【0012】

上記構成のガス発生装置によれば、マイクロ波エネルギーを照射するだけでは原料ガスとしての直鎖型の飽和炭化水素ガスは分解されないが、反応材部を介在させることで、直鎖型の飽和炭化水素ガスを瞬間的に分解させることが可能になり、反応済みガスの中に一酸化炭素や二酸化炭素を含まず、水素ガスを発生させることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明に係る実施の形態において、ガス発生装置の構成を示す図である。

【図2】本発明に係る実施の形態において、反応管部に備えられている台座を示す上面図と側面図である。

【図3】本発明に係る実施の形態において、反応材部を支持体に取り付ける様子を説明する図である。

【図4】本発明に係る実施の形態において、反応材部を説明する図である。

【図5】本発明に係る実施の形態において、金属線部に用いられる金属線種の比較を行っ

50

た結果を説明する図である。

【図6】本発明に係る実施の形態において、金属線部に用いる金属種によって煤が異なることを説明する図である。

【図7】本発明に係る実施の形態において、図1の反応管部の部分を抜き出して示す詳細図である。

【図8】本発明に係る実施の形態において、実施例および各比較例の結果をまとめたものを示すものである。

【図9】本発明に係る実施の形態において、グラファイトチューブの本数の比較を行った結果を説明する図である。

【図10】本発明に係る実施の形態において、図9の燃料電池の電圧が10V以上の維持時間を示す図である。

【図11】本発明に係る実施の形態において、銅線の先端分岐本数の比較を行った結果を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下に図面を用いて、本発明の実施の形態につき、詳細に説明する。以下において述べる材料、形状、寸法等は、説明のための一例であり、ガス発生装置の仕様に合わせ、適当な他の材料、形状、寸法等を採用することができる。

【0015】

以下では、原料ガスとしての直鎖型の飽和炭化水素ガスとして、メタンを説明するが、これは説明のための例示であって、メタン以外の直鎖型の飽和炭化水素ガスを用いることができる。例えば、エタン、プロパン、ブタン等を用いることができる。直鎖型の飽和炭化水素ガスは単独でもよいし、2種類以上組み合わせ用いてもよい。

【0016】

以下では、全ての図面において同様の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。また、本文中の説明においては、必要に応じて以前に述べた符号を用いるものとする。以下では、寸法を記載するが、寸法を決定した理由については、後述する。

【0017】

図1は、ガス発生装置10の構成を示す図である。ガス発生装置10は、ガスポンベ12から直鎖型の飽和炭化水素ガスを反応管部20に導入し、マイクロ波供給部14より供給されるマイクロ波エネルギーを照射することによって、水素を発生させる装置である。ガス発生装置10は、ガスポンベ12とマイクロ波供給部14と反応管部20と反応材部30とを備える。

【0018】

図2は、反応管部20内に備えられている台座26を示す上面図と正面図である。図3は、反応材部30を支持体28に取り付ける様子を説明する図である。図4は、反応材部30を説明する図である。これらの図で-Z方向が重力方向である。高さ位置とは、+Z方向に沿っての位置である。

【0019】

ガスポンベ12は、直鎖型の飽和炭化水素ガス、具体的にはメタンガスが充填されたポンベであり、流量調節部13によって、適宜流量を調節して反応管部20に供給することができる。例えば、流量を $0.0002\text{ m}^3/\text{分}$ ($0.2\text{ L}/\text{分}$)とすることができる。

【0020】

マイクロ波供給部14は、マイクロ波エネルギーを供給する機能を有するもので、例えば、磁界と電界の作用によって発振を起こさせ、マイクロ波を発生させる真空管であるマグネトロンを用いることができる。マイクロ波エネルギーの供給は、印加電圧や照射時間等で調整することができる。例えば、周波数 2.45 GHz 、印加電圧 72 V の条件の下で出力 750 W のマイクロ波エネルギーを10分間照射するものとする。

【0021】

なお、印加電圧は、 72 V が好ましい。このことは、印加電圧の検討実験において、7

10

20

30

40

50

0 V以下では放電が起こらず、80 V以上では、放電が強すぎて、後述する金属線部34が溶融し、70 Vないし80 Vの間の電圧で、金属線部34は溶融することなく放電が持続するのは72 Vであるという実験結果に基づく。

【0022】

マイクロ波照射領域16は、マイクロ波供給部14より供給されるマイクロ波エネルギーが照射される領域である。マイクロ波エネルギーは、+Z方向に垂直に交わる水平方向に一定の領域幅で照射される。これが、マイクロ波照射領域16である。マイクロ波照射領域16の+Z方向に沿った中心高さが、反応管部20の底部よりZ方向に沿って80 mmとなるように、マイクロ波供給部14および反応管部20は配置される。

【0023】

反応管部20は、メタンガスをマイクロ波エネルギーで分解する処理を行う処理空間を有する管である。反応管部20には化学実験に用いられる円筒型のガラス管が用いることができる。反応管部20は、メタンガスを流入させる流入口22と、反応済みガスとしての水素ガスを流出させる流出口24とを有し、反応管部20内には台座26と支持体28と反応材部30を配置することができる。反応管部20の寸法としては、例えば、内径28 mm、高さ300 mmとすることができる。

【0024】

台座26は、反応管部20内に配置され、反応材部30の高さ位置を調節する機能を有し、例えば、化学実験用の石英キャップを用いることができる。また、台座26は流入するガスが通気しやすいように通気孔を有しているものが好ましい。台座26の寸法としては、例えば、直径26 mm、高さ40 mmとすることができる。

【0025】

支持体28は、反応管部20内に配置され、反応材部30を支持する機能を有し、例えば、化学実験用のガラス栓を用いることができる。

【0026】

反応材部30は、炭素質材料32と金属線部34を含んで構成される。反応管部20内に反応材部30である炭素質材料32と金属線部34をともに介在させることによって、メタンガスにマイクロ波エネルギーを照射すると放電が起き、メタンガスが分解され、水素ガスが発生する。なお、予め行った実験によれば、メタンガスにマイクロ波エネルギーを照射するだけでは、メタンガスは分解されない。また、反応材部30が、炭素質材料32のみ、または金属線部34のみでは、メタンガスは分解されない。

【0027】

炭素質材料32は、マイクロ波エネルギーを吸収する機能を有するものとして反応管部20内のマイクロ波照射領域16に配置される。そして、金属線部34とともにメタンガスの流れの中に介在させることで放電を起させ、メタンガスを分解し、水素ガスを発生させる機能を有する。

【0028】

炭素質材料32には、グラファイトチューブを用いることができる。グラファイトチューブとは、結晶構造を有する黒鉛を管状に成形したものであり、導体である。例えば、グラファイトチューブの単体または集合体を用いることができ、長さの異なるもの、またはグラファイトチューブの本数Nを複数本にしたものを用いることができる。図4の例では、内径5 mm、厚み1 mm、長さ20 mmの寸法を有するグラファイトチューブを1本と数え、本数N2本で炭素質材料32が構成される。この場合、2本のグラファイトチューブの側壁が互いに平行になるように配置される。

【0029】

この他に、グラファイトチューブに類したものとして、例えば、カーボンフェルト等を用いることも考えられるが、グラファイトチューブ32は焼結体であり、熱安定性があり、発生する炭素との分離が容易である。そのためここでは、炭素質材料32としてグラファイトチューブを用いる。

【0030】

10

20

30

40

50

金属線部 3 4 は、その先端部で、メタンガスの流れの中で放電を起こさせる機能を有するものとして金属線を 1 本または複数本を燃ったものを用いることができる。金属線部 3 4 は、反応管部 2 0 内に配置される。

【 0 0 3 1 】

金属線部 3 4 の + Z 方向に沿った上部すなわち + Z 方向の頂部にある先端部は、流入するガスの流れ方向の下流側に向かって分岐して突き出すような先端形状を有する。ここで、分岐される本数を分岐本数 n で表す。図 4 の例では、先端部の寸法は、長さ 5 mm、分岐本数 n 3 本である。

【 0 0 3 2 】

金属線部 3 4 の中央部は、金属線を巻き付けることによって炭素質材料 3 2 を固定し、マイクロ波照射領域 1 6 に炭素質材料 3 2 を配置させる機能を有する。図 3 の例では、支持体 2 8 の底部から + Z 方向に沿って 4 0 mm 上方の位置に炭素質材料 3 2 が配置され、炭素質材料 3 2 の上方の金属線部 3 4 の長さは、2 3 mm である。

【 0 0 3 3 】

金属線部 3 4 の下部は、支持体 2 8 の図示されていない差込穴に差し込まれる。これによって、反応材部 3 0 は支持体 2 8 に固定される。

【 0 0 3 4 】

図 5 は、金属線部 3 4 に用いられる金属線種の比較を行った結果を説明する図である。比較する金属線種は、ニッケル、銀、タングステン、銅、ニッケルと銀と銅の混合物の 5 種類とし、金属線部の先端分岐本数 n を 3 本とした場合に、マイクロ波照射時間と発生した水素ガスを用いた燃料電池の電圧との関係を調べた結果を示す。横軸は、マイクロ波照射時間であり、単位は分である。縦軸は、燃料電池の電圧であり、単位は V である。金属線種によって燃料電池の電圧は異なり、銅では約 2 0 V の電圧最大値を得ることができた。その他の金属線種においても、1 5 V ないし 2 0 V の電圧最大値を得ることができた。金属線種を比較した結果、ニッケル、銀、タングステン、銅、ニッケルと銀と銅の混合物は、短時間で電圧が下がるが、銅は、他に比べて燃料電池の電圧の 1 0 V 以上の持続時間が長く、また燃料電池の電圧の発生が繰り返されることがわかった。このことから、以下では、金属線部 3 4 には、銅を用いた場合を説明する。

【 0 0 3 5 】

なお、図 6 は、金属線部 3 4 に用いる金属線種によって煤が異なることを説明する図である。煤とは、メタンガスが分解されることにより発生する炭素である。図 6 (a) は銀、図 6 (b) は銅、図 6 (c) はニッケルを金属線として用いたときに発生した煤を走査型電子顕微鏡で観察した結果を示す図である。ここで示されるように、金属種によって、煤の形状に違いが見られた。ニッケルを金属線に用いた場合に発生した煤は、カーボンナノチューブの可能性がある。発生した煤が反応管部 2 0 および金属線部 3 4 に付着すると、マイクロ波エネルギーを吸収し、放電を阻害するため、燃料電池の電圧は徐々に低下する。煤を除去することで放電は再開される。

【 0 0 3 6 】

次に、上記構成において、水素ガスを発生させるための最適な条件について以下に詳細に述べる。図 7 は、図 1 の反応管部 2 0 の部分を抜き出して示す詳細図である。

【 0 0 3 7 】

最適条件を求めるための実験は、以下のようにして行なわれる。検討項目は、反応管部 2 0 の底部からの炭素質材料 3 2 の高さ位置 H_g と、反応管部 2 0 の底部からの金属線部 3 4 の先端部の高さ位置 H_t と、炭素質材料 3 2 であるグラファイトチューブの本数 N と、金属線部 3 4 の先端分岐本数 n である。

【 0 0 3 8 】

実験の手順として、まず、反応管部 2 0 内に台座 2 6 である石英キャップと、支持体 2 8 であるガラス栓と、炭素質材料 3 2 であるグラファイトチューブと金属線部 3 4 である銅線部とを配置する。反応管部 2 0 内にメタンガスを $0.0002 \text{ m}^3 / \text{分}$ の流量で流入させ、周波数 2.45 GHz、印加電圧 72 V の条件の下で出力 750 W のマイクロ波工

10

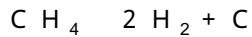
20

30

40

50

エネルギーを10分間照射する。既に述べたように、メタンガスにマイクロ波エネルギーを照射するだけでは、メタンガスが分解されることはなく、反応管部20内に反応材部30である炭素質材料32と金属線部34とを介在させることによって放電が起き、メタンガスが分解され、水素ガスが発生する。メタンガスの分解の反応式を以下に示す。



【0039】

反応済みガスは、ガスクロマトグラフィ(GC-TCD)により物質の定性を行い、水素ガスであるか否かを確認する。また、反応済みガスを定格30Vの燃料電池(PEFC)に供給し、その両電極間の電圧を計測して評価を行う。

【0040】

以下、実施例および各比較例を用いて具体的に説明する。なお、実施例は本発明を限定するものではない。図8は、実施例および各比較例の結果をまとめたものを示すものである。なお、図8において、10V以上の開始時間とは、マイクロ波エネルギーを照射し始めてから10V以上の燃料電池の電圧が得られるまでの時間を表すものである。

【実施例1】

【0041】

炭素質材料32の位置Hgを80mm、金属線部34の先端部の高さ位置Htを110mm、グラファイトチューブの本数Nを2本、金属線部34の先端分岐本数nを3本とし、上記の手順に従って実験を行った。なお、上記のように、マイクロ波供給部14より供給されるマイクロ波照射領域16の中心高さは、80mmである。反応済みガスは、ガスクロマトグラフィ(GC-TCD)による物質の定性の結果、水素ガスであることがわかり、また、定格30Vの燃料電池(PEFC)による電圧の計測の結果、燃料電池の電圧最大値が20Vとなった。

【0042】

(比較例1aから1c)

ここでは、炭素質材料32の高さ位置Hgの検討実験を行った。炭素質材料32の高さ位置Hgを比較例1aでは40mm、比較例1bでは80mm、比較例1cでは120mmと変えて、燃料電池の電圧を評価した。炭素質材料32の高さ位置Hgを変更したこと以外は、実施例と同様にして、実験を行った。ただし、金属線部34の炭素質材料32から先端までの長さを30mmと固定しているため、金属線部34の先端部の高さ位置Htは、比較例1aでは70mm、比較例1bでは110mm、比較例1cでは150mmとした。

【0043】

実験の結果、比較例1aと1cにおいては、反応はまったく起きず、燃料電池の電圧は0Vであった。比較例1bにおいては、燃料電池の電圧最大値が20Vを超えた。

【0044】

(比較例2aから2c)

ここでは、金属線部34の先端部の高さ位置Htの検討実験を行った。金属線部34の先端部の高さ位置Htを比較例2aでは40mm、比較例2bでは60mm、比較例2cでは80mmと変えて、燃料電池の電圧を評価した。金属線部34の先端部の高さ位置Htを変更したこと以外は、実施例と同様にして、実験を行った。

【0045】

実験の結果、比較例2aにおいては、1分ないし2分の間で燃料電池の電圧最大値が1.9Vとなった。その他の時間における電圧は0Vであった。比較例2bにおいては、反応はまったく起きず、燃料電池の電圧は0Vであった。比較例2cにおいては、比較例1bの結果と同じであった。

【0046】

(比較例3aから3e)

グラファイトチューブの本数Nの検討実験を行った。グラファイトチューブの本数Nを比較例3aでは0本、比較例3bでは0.5本、比較例3cでは1本、比較例3dでは2

10

20

30

40

50

本、比較例 3 e では 4 本と変えて、燃料電池の電圧を評価した。グラファイトチューブの本数 N を変更したこと以外は、実施例と同様にして、実験を行った。

【 0 0 4 7 】

図 9 は、グラファイトチューブ 3 2 の本数 N の比較を行った結果を説明する図である。グラファイトチューブの本数 N を 0 本、0.5 本、1 本、2 本、4 本とした場合に、マイクロ波照射時間と発生した水素ガスを用いた燃料電池の電圧との関係を調べた結果を示す。横軸は、マイクロ波照射時間であり、単位は分である。縦軸は、燃料電池の電圧であり、単位は V である。

【 0 0 4 8 】

図 10 は、図 9 において各条件での燃料電池の電圧が 10 V 以上に維持し続けた時間を棒グラフにまとめた 10 V 以上の維持時間を示す図である。横軸は、グラファイトチューブの本数 N であり、単位は本である。縦軸は、10 V 以上の維持時間であり、単位は分である。比較例 3 d の長さ 2 本を例にみると、図 9 において、マイクロ波照射時間 2 分で燃料電池の電圧が 10 V 以上になり、マイクロ波照射時間 7.5 分で燃料電池の電圧が 10 V 以下になる。よって、7.5 分から 2 分を差分した 5.5 分が燃料電池の電圧の 10 V 以上の持続時間となる。そして、図 10 において、本数 2 本の 10 V 以上の持続時間が 5.5 分と棒グラフで示される。

10

【 0 0 4 9 】

実験の結果、比較例 3 a においては、マイクロ波エネルギー照射時間約 4 分から放電が始まるがその持続時間は短く、また燃料電池の電圧最大値が 10 V 程度であった。比較例 3 b の長さ 10 mm、比較例 3 c の長さ 20 mm、比較例 3 d の長さ 20 mm 本数 N 2 本においては、いずれにおいても燃料電池の電圧最大値は 20 V を越え、しかも本数の順に 10 V 以上の持続時間が長くなった。なお、比較例 3 d の結果は、比較例 1 b の結果と同じであった。

20

比較例 3 e の長さ 20 mm 本数 N 4 本においては、マイクロ波照射時間内において燃料電池の電圧が 5 V 以下と低い結果が得られた。

【 0 0 5 0 】

(比較例 4 a から 4 c)

金属線部 3 4 の先端分岐本数 n の検討実験を行った。金属線部 3 4 の先端分岐本数 n を比較例 4 a では 1 本、比較例 4 b では 2 本、比較例 4 c では 3 本と変えて、燃料電池の電圧を評価した。金属線部 3 4 の先端分岐本数 n を変更したこと以外は、実施例と同様にして、実験を行った。

30

【 0 0 5 1 】

図 11 は、金属線部 3 4 の先端分岐本数 n の比較を行った結果を説明する図である。金属線部 3 4 の先端分岐本数 n を 1 本、2 本、3 本とした場合に、マイクロ波照射時間と発生した水素ガスを用いた燃料電池の電圧との関係を調べた結果を示す。横軸は、マイクロ波照射時間であり、単位は分である。縦軸は、燃料電池の電圧であり、単位は V である。

【 0 0 5 2 】

実験の結果、比較例 4 a から比較例 4 c において、分岐本数 n を増やすほど、反応が始まるまでの時間が短くなった。比較例 4 c においては、10 V 以上の開始時間は 1 分未満で、燃料電池の電圧最大値は 20 V となった。なお、比較例 4 c の結果は、実施例の結果と同じであった。

40

【 0 0 5 3 】

これらを整理すると、まず比較例 1 a から 1 c の結果、マイクロ波の吸収と放電は、ガス発生装置 10 内の任意の場所で起こるわけではなく、ある特定の高さ位置で起こることがわかり、反応管部 20 の底部から + Z 方向に沿って高さ位置 80 mm に炭素質材料 3 2 を固定するとよいことがわかった。

【 0 0 5 4 】

次に、比較例 2 a から 2 c の結果、炭素質材料 3 2 が任意の位置にあるときは、水素ガスの発生はほとんど起こらず、反応管部 20 の底部から + Z 方向に沿って高さ位置 80 m

50

mに炭素質材料32を固定するとよいことがわかった。

【0055】

また、比較例3aから3eの結果、グラファイトチューブの本数Nは、最適な本数があることがわかった。ここでは、3本であった。

【0056】

そして、比較例4aから4cの結果、金属線部34の先端分岐本数nを増やすほど反応が始まるまでの時間が短くなり、分岐本数3本では、10V以上の開始時間が1分未満で、燃料電池の電圧最大値が20Vになった。

【0057】

これらの結果をまとめると、反応管部20の底部からの炭素質材料32の高さ位置Hg = 80mm、反応管部20の底部からの金属線部34の先端部の高さ位置Ht = 110mm、グラファイトチューブの本数N = 2本、金属線部34の先端分岐本数n = 3本とするとよいことがわかった。

【産業上の利用可能性】

【0058】

本発明に係るガス発生装置は、マイクロ波エネルギーを用いた水素ガス製造に利用できる。

【符号の説明】

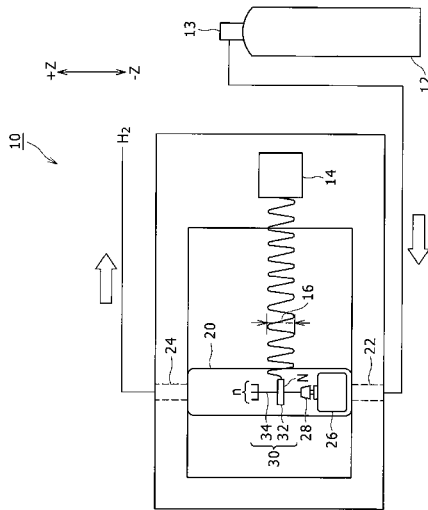
【0059】

10 ガス発生装置、12 ガスポンベ、13 流量調節部、14 マイクロ波供給部、16 マイクロ波照射領域、20 反応管部、22 流入口、24 流出口、26 台座、28 支持体、30 反応材部、32 炭素質材料、34 金属線部。

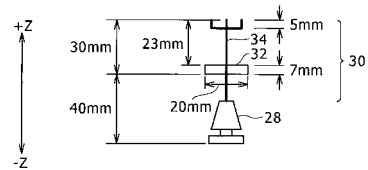
10

20

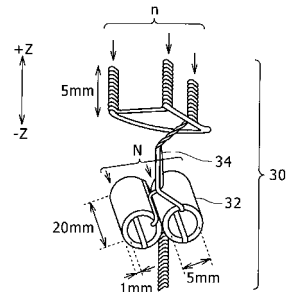
【図1】



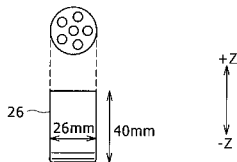
【図3】



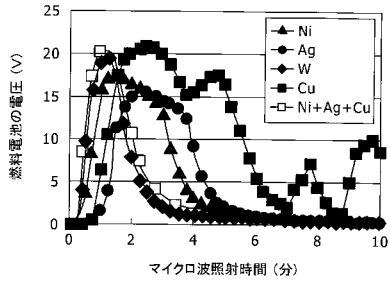
【図4】



【図2】



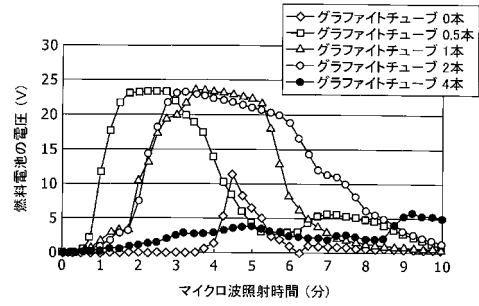
【 図 5 】



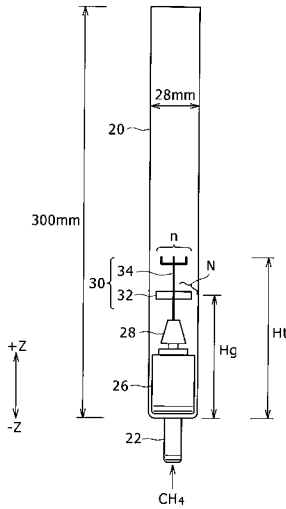
【 図 8 】

実施例	炭素材料の 高さ位置		金属部の 高さ位置		グラファイトチューブの 本数	金属線の 本数	燃料電池の 最大電圧 Vmax/V	10V以上の 電圧維持時間 Te/分	10V以上の 電圧維持時間 Ts/分
	Hg/mm	Ht/mm	Hg/mm	Ht/mm					
実施例1a	80	110	40	50	2	3	20	4	0.5
比較例1b	40	80	80	50	2	1	0	0	—
比較例1c	120	120	80	30	2	1	24	5.5	2
比較例2a	40	110	120	30	2	1	0	0	—
比較例2b	80	110	110	—	2	1	0	0	—
比較例2c	80	110	110	—	2	1	24	5.5	2
比較例3a	80	110	0	—	0	1	10	0.25	4.5
比較例3b	80	110	0.5	—	1	1	24	5	1
比較例3c	80	110	1	—	1	1	24	4	2
比較例3d	80	110	2	—	1	1	24	5.5	2
比較例3e	80	110	4	—	1	1	5	0	—
比較例4a	80	110	2	—	1	1	23	6	2
比較例4b	80	110	2	—	2	2	20	5	1
比較例4c	80	110	2	—	3	3	20	4	0.5

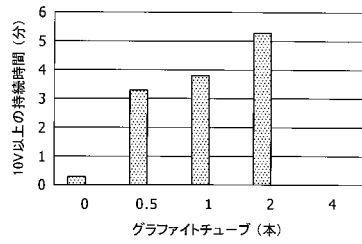
【 図 9 】



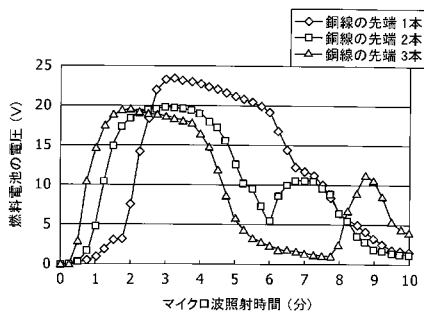
【 図 7 】



【 図 10 】

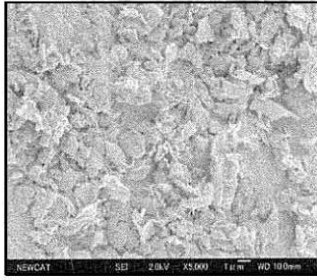


【 図 11 】



【 図 6 】

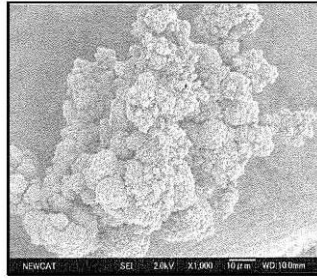
(a)



Ag

x5000

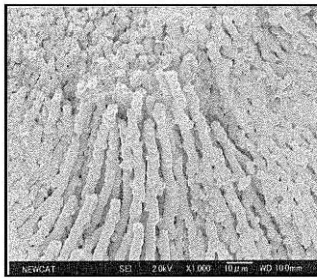
(b)



Cu

x1000

(c)



Ni

x1000

フロントページの続き

(72)発明者 神谷 和憲

東京都千代田区九段南四丁目8番24号 学校法人 日本大学内

(72)発明者 中山 一男

東京都千代田区九段南四丁目8番24号 学校法人 日本大学内

Fターム(参考) 4G068 DA10 DB08 DB23 DD11 DD20

4G075 AA03 BA01 CA15 CA26 DA02 EB21 EB31 FB02 FB03

4G140 DA03 DB04

5H027 AA02