

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5109051号
(P5109051)

(45) 発行日 平成24年12月26日(2012.12.26)

(24) 登録日 平成24年10月19日(2012.10.19)

(51) Int. Cl.	F 1
CO 1 B 3/08 (2006.01)	CO 1 B 3/08 A
CO 1 B 3/00 (2006.01)	CO 1 B 3/08 B
	CO 1 B 3/00 Z

請求項の数 3 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2007-341799 (P2007-341799)</p> <p>(22) 出願日 平成19年12月18日(2007.12.18)</p> <p>(65) 公開番号 特開2009-149484 (P2009-149484A)</p> <p>(43) 公開日 平成21年7月9日(2009.7.9)</p> <p>審査請求日 平成21年1月13日(2009.1.13)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 000154521 株式会社フクハラ 神奈川県横浜市瀬谷区阿久和西1丁目15番地5</p> <p>(72) 発明者 福原 廣 神奈川県横浜市瀬谷区阿久和西1丁目15番地5 株式会社フクハラ内</p> <p>審査官 安齋 美佐子</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高圧水素ガスの製造方法および製造装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

アルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムと所定の温度の水を反応させて水素ガスを作り出すのに際し、その反応を水によって完全に満たされ密閉され外部と完全に遮断された反応タンク(30B)内で行うことで、前記反応タンク(30B)内の反応によって水が減量することによる空間に対して、反応することで発生した水素ガスの占める割合によって高圧水素ガスになることを特徴とする高圧水素ガスの製造方法。

【請求項2】

先ず水を注入し、次にアルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムを送り込んだ後で、前記反応タンク(30B)内に空間のない状態から反応を開始させることを特徴とする請求項1に記載の高圧水素ガスの製造方法。

【請求項3】

アルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムと所定の温度の水を反応させて水素ガスを作り出す密閉され外部と完全に遮断された反応タンク(30B)に、水を送り込むことが出来る給水装置(40B)を接続し、更にアルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムを落下可能に貯留した固体粒子貯留装置(20)を接続し、前記反応タンク(30B)内を水によって完全に満たされた状態から、前記反応タンク(30B)内の反応によって水が減量することによる空間に対して、反応することで発生した水素ガスの占める割合によって高圧水素ガスとし、その高圧水素ガスを前記反応タンク(30B)の上部から水素ポンペ(70)に充填するようにしたことを特徴とする高圧水

素ガスの製造装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高圧水素ガスの製造方法および製造装置に関する技術であって、更に詳細に述べるならば、水と窒素ガスを含む不活性ガスによって完全に満たされた状態から、時には水によって完全に満たされた状態から、窒素ガスを含む不活性ガスの占める空間を必要に応じて考慮しながら、水とアルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムとの化学反応によって水が減量することで発生した空間に、反応することで発生した水素ガスの占める割合によって高圧水素ガスを製造する技術について述べたものである。

10

【背景技術】

【0002】

従来、水素ガスの製造方法および製造装置に関する技術としては、水の電気分解によるものや、石炭から得られたコークスによるものや、石油から得られたナフサによるもの等色々な方法があった。

【0003】

その場合、水の電気分解によるものに関しては、水酸化ナトリウムや塩化ナトリウムの水溶液の中に陽極と陰極の2本の電極を入れ直流電流を通じることで、陰極に於いて発生した水素を求めていたのである。

【0004】

20

また、石炭から得られたコークスによるものに関しては、赤熱したコークスに水蒸気を吹き付けることで、一酸化炭素と水素ガスの混合気体である水性ガスが得られる。そこで、この水性ガスに水蒸気を加えて、約400に熱した触媒中に通すと、一酸化炭素は酸化されて二酸化炭素となり、それと同時に水素ガスを発生する。更に、この混合気体を加圧してアルカリ水で洗うと、二酸化炭素は吸収されることで水素ガスが得られるのである。

【0005】

一方、石油から得られたナフサによるものに関しては、ナフサを熱分解することで水素ガスを得ていたのである。

【0006】

30

その中で、この様に製造した水素ガスを高圧のものにするには、ガス増圧器によって増圧したり、水を混合してポンプによって増圧していた(例えば、特許文献1、特許文献2参照)。

【0007】

そして、特許文献1には、プランジャ室に導入した低圧ガスをプランジャと空圧ピストンとの断面積比に応じて増圧するガス増圧器において、低負荷時の吐出圧力を高める技術が記載されている。

【特許文献1】 実開平5 - 21179

【0008】

更に、特許文献2には、酸素ガスや水素ガス等の発火する危険性のあるガスと水を一緒にポンプで吸い込み、そのポンプによってガスと水を攪拌しながら増圧した混合流体を作り出し、その後ガスと水を分離して増圧したガスを得る技術が記載されている。

40

【特許文献2】 特開2003 - 56504

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、このような従来の水素ガスの製造方法および製造装置に関しては、特に高圧のものに関しては以下に示すような課題があった。

【0010】

先ず、水の電気分解に関しては、純度の高い水素ガスが得られる反面、製造コストが高

50

かった。但し、陰極で水素ガスを発生させる水酸化ナトリウムの水溶液による電気分解の場合には、水素ガスと酸素ガスを混在させた混合ガスとして入手する場合には、比較的安価に入手することが可能であるが分離するのに費用がかかった。

【0011】

また、石炭から得られたコークスや石油から得られたナフサによるものに関しては、一般的に装置が大型になるという難点があった。

【0012】

一方、水素ガスを高圧のものにすることに關しては、ガス増圧器やポンプ等の増圧するための装置を経由することによるものであり、それらの装置を別に設置する必要があり、どうしても別に設置するという事で装置が大型で複雑になり、当然のことながら割高になった。

10

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明は、アルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムと所定の温度の水を反応させて水素ガスを作り出すのに際し、その反応を水によって完全に満たされ密封され外部と完全に遮断された反応タンク30B内で行うことで、前記反応タンク30B内の反応によって水が減量することによる空間に対して、反応することで発生した水素ガスの占める割合によって高圧水素ガスになることを特徴とし、更には、先ず水を注入し、次にアルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムを送り込んだ後で、前記反応タンク30B内に空間のない状態から反応を開始させることを特徴とすることによって、上記課題を解決したのである。

20

【0014】

また、本発明は、アルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムと所定の温度の水を反応させて水素ガスを作り出す密封され外部と完全に遮断された反応タンク30Bに、水を送り込むことが出来る給水装置40Bを接続し、更にアルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムを落下可能に貯留した固体粒子貯留装置20を接続し、前記反応タンク30B内を水によって完全に満たされた状態から、前記反応タンク30B内の反応によって水が減量することによる空間に対して、反応することで発生した水素ガスの占める割合によって高圧水素ガスとし、その高圧水素ガスを前記反応タンク30Bの上部から水素ポンプ70に充填するようにしたことを特徴とすることによって、上記課題を解決したのである。

30

【発明の効果】

【0015】

以上の説明から明らかなように、本発明によって、以下に示すような効果をあげることが出来る。

【0016】

第一に、アルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムと所定の温度の水を反応させて水素ガスを作り出すのに際し、その反応を水と窒素ガスを含む不活性ガスによって完全に満たされ密封され外部と完全に遮断された反応タンク内で行うことで、反応タンク内の当初の窒素ガスを含む不活性ガスの占める空間と反応タンク内の反応によって水が減量することによる空間の和に対して、反応することで発生した水素ガスの占める割合によって高圧水素ガスを製造することで、ガス増圧器やポンプ等の増圧するための装置を経由させる必要もなく、小型で単純で安全で安価な装置で、特に窒素ガスを含む不活性ガス使用することで、窒素ガスを含む不活性ガスとの混合ガスではあるが、装置の構造が複雑になることを防いで、且つ操作のし易い、高圧の水素ガスを製造することが可能となった。

40

【0017】

第二に、窒素ガスは、圧縮空気から膜分離方式またはPSA方式によって作り出すものであり、先ず反応タンクに完全に満たされるように水を注入し、次に窒素ガスを一部の水を排出して充満させ、最後にアルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウム

50

を送り込んだ後で反応を開始させることで、窒素ガスとの混合ガスではあるが、出来る限り少量の窒素ガスによって、安定した形で、特に安全性を重視して、高圧の水素ガスを製造することが可能となった。

【 0 0 1 8 】

第三に、アルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムと所定の温度の水を反応させて水素ガスを作り出すのに際し、その反応を水によって完全に満たされ密閉され外部と完全に遮断された反応タンク内で行うことで、反応タンク内の反応によって水が減量することによる空間に対して、反応することで発生した水素ガスの占める割合によって高圧水素ガスを製造することで、ガス増圧器やポンプ等の増圧するための装置を経由させる必要もなく、小型で安全で安価な装置で、特に純度の高い、高圧の水素ガスを製造す

10

【 0 0 1 9 】

第四に、先ず水を注入し、次にアルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムを送り込んだ後で、反応タンク内に空間のない状態から反応を開始させることで、安定した形で、水を有効に活用することで、特に純度の高い、高圧の水素ガスを製造することが可能となった。

【 0 0 2 0 】

第五に、水は、必要に応じて加熱または冷却することで、反応に際しての反応速度を速めることが可能となった。

【 0 0 2 1 】

第六に、反応タンクには、上部から内部の流体を排出することが出来るようにした残留流体排出口と、下部から内部の不用滓や液体を排出することが出来るようにした不用滓取出口を形成し、反応タンクが外部との遮断をより完全なものとするために、不活性ガス供給装置との間に不活性ガス供給開閉弁を、固体粒子貯留装置との間に固体粒子投入開閉弁を、給水装置との間に給水開閉弁を、水素ポンベとの間に高圧水素ガス開閉弁を、残留流体排出口との間に残留流体排出開閉弁を、不用滓取出口との間に不用滓取出開閉弁を配設したことで、特に残留流体排出口を配設したことで、水と窒素ガスを含む不活性ガスを、また水を完全に満たすことが可能となり、単純な装置でこの反応を行うことが可能となった。

20

【 発明を実施するための最良の形態 】

30

【 0 0 2 2 】

以下、本発明の実施の形態を図面と共に詳細に説明する。

ここで、図 1 は、本願発明を示した図であり、図 2 は、本願発明の窒素ガスを含む不活性ガスを使用しない別の実施例を示した図である。

【 実施例 1 】

【 0 0 2 3 】

図 1 に見られるように、10 は不活性ガス供給装置であって、窒素や、ヘリウムや、ネオンや、アルゴンや、クリプトンや、キセノンや、ラドンの、窒素ガスを含む不活性ガスガスを充填した高圧ポンベや、圧縮空気から膜分離方式または P S A 方式によって作り出す窒素ガスの製造装置が考えられる。但し、窒素ガスの製造装置に関しては、膜分離方式または P S A 方式に限定する必要はなく、空気を冷却して分離する深冷分離方式等も考えられる。

40

【 0 0 2 4 】

ところで、P S A 方式は、P r e s s u r e S w i n g A d s o r p t i o n、の略称を意味していて、圧縮空気を活性炭の一種である吸着材に通し、高圧力下で特定のガスを吸着し、低圧力下で特定のガスを吐き出す、という吸着材の特性を利用して、圧縮空気から酸素等を吸着することで窒素を分離する方式である。この場合、ヒートレス・ドライヤと同様の原理をもっていて、装置は 2 筒式で膜分離式よりも大型となり、電磁弁などのメンテナンス負荷もかかる。尚、窒素純度で見た場合には通常 9 9 ~ 9 9 . 9 9 9 9 % 程度であった。

50

【 0 0 2 5 】

一方、膜分離方式は、圧縮空気を中空系状の高分子膜である中空系膜内に送り込んで、圧縮空気に含まれている各ガス成分の膜への透過量の差を利用して窒素を分離する方式である。この場合、P S A方式よりも小型でメンテナンス負荷も小さい反面、窒素純度で見た場合には95～99.9%程度であるため、高純度のニーズには適しなかった。

【 0 0 2 6 】

尚、中空系膜は、ポリエステル製で何千ものストロー状の中空系が束ねられたものより形成され、中空系の内部に圧縮空気を通すことで、それぞれのガスが固有に持っている中空系の膜の透過スピードの違いを利用し、空気中に最も多く含まれている窒素ガスを残存させている。

10

【 0 0 2 7 】

そして、圧縮空気を構成しているガスが中空系の膜を透過するスピードとしては、速く放出するガスと放出しにくいガスがあり、残ったガスが窒素ガスということになるのである。特に、中空系の膜がポリエステル製の場合には、水蒸気が一番透過しやすく、以下水素やヘリウムが続き、更に炭酸ガスと一酸化炭素が続き、最後に酸素とアルゴンと窒素が一番透過しにくく、その中でも窒素ガスが一番透過しにくいガスということで残存するのである。

【 0 0 2 8 】

ここで、温度が変化しない場合には、圧縮空気の圧力と時間、即ち流量によって、発生する窒素ガスの純度は左右される。尚、中空系の膜としては、ポリエステルの他に、ポリオレフィンやポリプロピレン等の樹脂も考えられる。

20

【 0 0 2 9 】

一方、不活性ガス供給装置10からの窒素ガスを含む不活性ガスは、不活性ガス供給配管101と、手動によって開閉の動作を行う不活性ガス供給開閉弁201と、不活性ガス供給配管102を経由して、水素ガスを作り出す反応を行う反応タンク30Aに送り込まれるようになっているのである。そして、不活性ガス供給装置10には、窒素ガスを供給した場合に、窒素ガスの供給が確実にされているかどうかを確認する意味で内部の濃度を測定出来る窒素ガス濃度計202を接続している。

【 0 0 3 0 】

この場合、反応タンク30Aには、固体粒子貯留装置20よりアルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムの小片や粉末にしたものを送り込むことが出来るようになっている。更に、詳細に述べるならば、固体粒子投入口301から、固体粒子貯留配管111と、手動によって開閉の動作を行う固体粒子貯留用開閉弁205と、固体粒子貯留配管112と、固体粒子貯留装置20と、固体粒子投入配管113と、手動によって開閉の動作を行う固体粒子投入開閉弁204と、固体粒子投入配管114を経由して、反応タンク30Aに送り込まれるようになっている。

30

【 0 0 3 1 】

即ち、固体粒子貯留装置20には、固体粒子投入口301からアルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムの小片や粉末にしたものを投入することで、それ等を貯留している。そして、貯留した後は固体粒子投入開閉弁204を開放することによって反応タンク30Aに貯留されたアルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムの小片や粉末の投入を行うことが出来、その際に固体粒子貯留用開閉弁205を閉じておくことによって固体粒子投入開閉弁204を開いた時に、反応タンク30A内の気体が固体粒子貯留装置20を経由して外部に洩れるのを防止しているのである。

40

【 0 0 3 2 】

更に、反応タンク30Aには、給水装置40Aより必要とする温度の水を不活性ガス供給装置10からの窒素ガスを含む不活性ガスの圧力によって送り込むことが出来るようになっている。即ち、不活性ガス供給装置10から、給水手段131である加圧用不活性ガス配管131と、手動によって開閉の動作を行う給水手段209である加圧用不活性ガス開閉弁209と、給水手段132である加圧用不活性ガス配管132と、給水装置40

50

Aと、給水配管133と、手動によって開閉の動作を行う給水開閉弁210と、給水配管134を經由して、反応タンク30Aに送り込まれるようになっている。尚、不活性ガス供給装置10からの窒素ガスを含む不活性ガスの圧力を高い圧力にしたい場合には、加圧用不活性ガス配管131、132の何れかの所に、気体の圧力を高めることが出来る増圧弁を配設することも考えられる。

【0033】

この場合、この様に水を不活性ガス供給装置10からの窒素ガスを含む不活性ガスによって所定の圧力で給水することが出来るようにした給水手段131、132、209を接続している理由は、空気の圧力を使用することによって、万一反応タンク30Aに空気が流入することにより空気に含まれている酸素ガスの悪い影響を防止することに配慮したことによる為である。尚、給水手段131、132、209に関しては、これに限定される必要は無く、給水装置40Aを残留流体排出口303より高い所に位置させて、自然に落下させることによって給水する様なことも考えられる。

10

【0034】

ここで、給水装置40Aに於いては、加熱冷却手段50によって必要とする温度に加熱したり冷却することが可能となっている。尚、この加熱冷却手段50に関しては、図1に於いては、給水装置40Aに位置させているが、この場所に限定される必要はなく、給水配管133、134や、反応タンク30Aに位置させても構わない。特に、反応タンク30Aに位置させた場合には、反応を行なった際に発生する熱を冷却するのに非常に有効であるとも言える。

20

【0035】

そして、加熱冷却手段50に関しては、具体的にその内容を図示していないが、一つの例として、ニクロム線を構成した加熱手段と、フロンガスを等の各種冷媒を使用した冷却手段を、両者混合したような装置や、温水や冷水の両方を通るようにした配管を外側に位置させた装置等が考えられる。

【0036】

従って、反応タンク30Aでは、アルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムと水を反応させて水素ガスを作り出すのであるが、その為に反応タンク30Aには固体粒子貯留装置20と給水装置40Aの両者を接続していて、反応に必要な物質を供給可能としているのである。また、反応に際して、必要に応じて熱水や常温水や冷水を使用する必要性から、必要とする温度の水を供給することが可能なように加熱冷却手段50を設置しているのである。ところで、この加熱冷却手段50に関しては、冷却の機能を利用することで、反応タンク30Aでの反応に際して発熱した場合に、発生した熱を冷却する目的に使用することも考えられる。

30

【0037】

更に、反応に際して、その反応を窒素ガスを含む不活性ガスの雰囲気の中で行うことによって、作り出したガスは水素ガスと窒素ガスを含む不活性ガスの混合ガスではあるが、水素ガスとして使用する場合に、使用目的にもよるが水素ガス単独と同じ様に使用出来る混合ガスを開発したのである。

【0038】

尚、反応タンク30Aには、このような反応を円滑に行うことが出来るように、また反応に際して事前に反応タンク30A内の空気を排出したり水を注入する時に水が溢れ出ることによって水が完全に満たされたことを確認することが出来るように、残留流体排出口303に通じる管路をその上部に形成している。また、反応が確実にされているかを確認する意味で内部の圧力を測定出来るようにした圧力計203を接続している。更に、底部に沈殿したりした不要滓を取り出すための、不要滓取出口302に通じる管路を反応タンク30Aの底部に形成している。

40

【0039】

また、反応タンク30Aで作成した水素ガスと窒素ガスを含む不活性ガスの混合ガスは、水素ポンプ70に貯留することが可能となっている。更に、詳細に述べるならば、

50

反応タンク30Aから、高圧水素ガス配管103と、手動によって開閉の動作を行う高圧水素ガス開閉弁208と、高圧水素ガス配管104を經由して、水素ポンペ70に増圧した水素ガスと窒素ガスを含む不活性ガスの高圧の混合ガスを送り込むことが出来るようになっていてる。

【0040】

この場合、水素ポンペ70からは、高圧水素ガス放出管141と、手動によって開閉の動作を行う高圧水素ガス放出開閉弁212と、高圧水素ガス放出管142を經由させることで、水素ガスと窒素ガスを含む不活性ガスの高圧の混合ガスを使用することが可能となっている。但し、窒素ガスを含む不活性ガスが混在することに不具合が有るならば、反応タンク30Aと水素ポンペ70との間に分離膜を設置して窒素ガスを含む不活性ガスを除去することも考えられる。

10

【0041】

ところで、これまでの記載では各種の開閉弁201、204、205、206、207、208、209、210、212に関しては、全て手動によって開閉の動作を行うように述べているが、一部または全てを、全自動によってまたは半自動によって開閉することも可能である。

【0042】

そして、固体粒子投入開閉弁204に接続している固体粒子投入配管114と、高圧水素ガス開閉弁208に接続している高圧水素ガス配管103と、圧力計203は、出来る限り配管の長さを短く、場合によっては直接反応タンク30Aに固体粒子投入開閉弁204と高圧水素ガス開閉弁208と圧力計203を接続するのが望ましい。その理由を述べるならば、反応する直前に、固体粒子投入配管114や高圧水素ガス配管103等に空気の残留しない状態になっていて、水と窒素ガスを含む不活性ガスによって完全に満たされた状態を確保するためなのである。

20

【0043】

ここで、本発明はアルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムと所定の温度の水を反応させて水素ガスを作り出すのに際し、その反応を水と窒素ガスを含む不活性ガスによって完全に満たされ密閉され外部と完全に遮断された反応タンク30A内で行なっている。そして、なぜ水と共に窒素ガスを含む不活性ガスの雰囲気の中で行なっているかという、水によって完全に満たされ密閉され外部と完全に遮断された反応タンク30Aに、アルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムを投入しようとする時に、窒素ガスを含む不活性ガスの雰囲気の間を設けることで、固体粒子貯留装置20の側に水が浸入して来るのを防止しているのも、一つの大きな理由である。

30

【0044】

本発明による、水素ガスの製造方法および製造装置は前述したように構成されており、以下にその動作について説明する。

【0045】

先ず、アルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムと水を反応させることで水素ガスを作り出すのに際しての反応式と、反応に際して一般的に言われている内容を示す。

40

【0046】

この場合、アルカリ金属としては、Li、Na、K、Rb、Csの全てが、常温の水と反応して水素を発生し、水酸化物になる。特に、Na、K、Rb、Csに関しては、激しく反応する。従って、反応に際してはかなりの熱を発生する。尚、一つの例としてNaと水が反応する場合には、〔数1〕に見られるような形で水素ガスを発生する。

【0047】

また、アルカリ土類金属としては、Ca、Sr、Ba、Raの全てが、冷水と反応して水素を発生し、水酸化物になる。尚、一つの例としてCaと水が反応する場合には、〔数2〕に見られるような形で水素ガスを発生する。

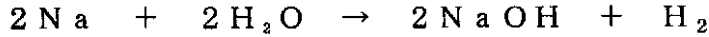
【0048】

50

更に、Mgは、熱水と反応して水素を発生し、水酸化物になる。尚、Mgと水が反応する場合には、〔数3〕に見られるような形で水素ガスを発生する。

【0049】

【数1】



【0050】

【数2】



10

【0051】

【数3】



【0052】

特に、本発明で述べたい点は、例えば〔数1〕の反応式に沿って示すと、反応によって36gの水が、即ち36ccの水が減少して空間が発生するのに対し、22400ccの水素ガスがその空間に発生することによって、高圧の水素ガスとなることに注目したのである。尚、この事は、〔数2〕や〔数3〕でも同じことが言えるし、他の物質に於いても反応式を記載してはいないが、類似の様なことは言える。

20

【0053】

但し、本発明に於いては、反応に先立って窒素ガスを含む不活性ガスを送り込まれているという状態になっているので、窒素ガスを含む不活性ガスの空間に配慮しなければならない。即ち、反応タンク30A内の当初の窒素ガスを含む不活性ガスの占める空間と反応タンク30A内の反応によって水が減量することによる空間の和に対して、反応することで発生した水素ガスの占める割合によって高圧水素ガスになるのである。

【0054】

そこで、固体粒子貯留装置20に、アルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムの中の何れか一種の物質を準備し、その物質と反応するのに適した温度の水を給水装置40Aに準備する。当然のことながら、準備している水は、加熱冷却手段50によって反応するのに適した温度に管理されているし、以降に示すように、不活性ガス供給装置10から、窒素ガスを含む不活性ガスが送り込まれることが出来る状態になっていると考えても良い。

30

【0055】

この場合、給水装置40Aに関しては、図1には外部から給水する部分が省略されているが、当然のことながら存在している。そして、その給水する部分は、必要に応じて内部の気体を窒素ガスを含む不活性ガスに置き換える際に、内部の気体を排出する際に使用することも出来るようになっている。従って、給水を行おうとする直前の時点に於いては、給水装置40Aの下部に水が上部には窒素ガスを含む不活性ガスが充填されていると考えて良い。

40

【0056】

そして、先ず不活性ガス供給開閉弁201と固体粒子投入開閉弁204と高圧水素ガス開閉弁208と給水開閉弁210と不用滓取出開閉弁207と給水手段209である加圧用不活性ガス開閉弁209を閉鎖した状態で、また残留流体排出開閉弁206を開放した状態で、次に給水装置40Aに関係する加圧用不活性ガス開閉弁209を、更に給水開閉弁210を開放して、水を反応タンク30Aに送り込む。従って、残留流体排出開閉弁206が開放されているので、反応タンク30A内の気体は排出され、更に水が溢れ出る状態になって反応タンク30A内は水によって完全に満たされることになる。そこで、給水開閉弁210を、次に加圧用不活性ガス開閉弁209を閉鎖する。

【0057】

50

引き続き、不活性ガス供給開閉弁 201 を開放することで窒素ガスを含む不活性ガスを、反応タンク 30A に送り込む。ところで、送り込む窒素ガスを含む不活性ガスの量に関しては、当然のことながら少なければ純度の高い水素ガスが得られるし、多ければその分反応の確実性が確保される。但し、最小限言えることは、固体粒子投入配管 114 と、高圧水素ガス配管 103 と、流体排出配管 121 と、圧力計 203 に至る配管と、反応タンク 30A の上部に僅かの高さで、窒素ガスを含む不活性ガスによる空間を確保出来ることが望ましいということになる。従って、前述の各配管や関係する配管が出来る限り短く、反応タンク 30A 上部の断面積が出来る限り小さいことが望ましいということになる。その為には、反応タンク 30A 上部の断面積だけを小さくすることも一つの方法である。

10

【0058】

尚、窒素ガスを含む不活性ガスが窒素ガスで有る場合には、不活性ガス供給装置 10 に接続している窒素ガス濃度計 202 によって窒素ガスの濃度を測定することで、窒素ガスの純度が完全であるかを判断することが出来る。また、不活性ガスで有る場合でも、酸素ガスの濃度を測定することで、不活性ガスの純度が完全であるかを目安として判断することが出来る。

【0059】

この様にして、残留流体排出口 303 より溢れ出た水の量を測定することで、反応タンク 30A に窒素ガスを含む不活性ガスが、希望する量を確実に供給されていることを確認出来る。そこで、不活性ガス供給開閉弁 201 を閉鎖し、残留流体排出開閉弁 206 を閉鎖する。そして、固体粒子投入開閉弁 204 を開放することで、固体粒子貯留装置 20 からアルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムの中の何れかの固体粒子が反応タンク 30A に投入し、その後投入が完了した時点で固体粒子投入開閉弁 204 を閉鎖する。

20

【0060】

その様な状況の中で、全ての固体粒子に関する反応式を記載している訳ではないが、〔数 1〕〔数 2〕や〔数 3〕に見られるような反応によって窒素ガスを含む不活性ガスの雰囲気の中で水素ガスを発生させ、水素ガスと窒素ガスを含む不活性ガスの高圧の混合ガスが作り出されることになる。この場合、反応タンク 30A に対する窒素ガスを含む不活性ガスガスの供給する時期は、水を供給する時にだけ、窒素ガスを含む不活性ガスガスを供給すれば良い。

30

【0061】

一方、圧力計 203 によって反応タンク 30A 内部の圧力を測定することで、圧力の上昇を把握することで正しい反応が成しているかを確認することも可能である。

【0062】

そして、高圧水素ガス放出開閉弁 212 を閉鎖して高圧水素ガス開閉弁 208 を開放することで、水素ガスと窒素ガスを含む不活性ガスの高圧の混合ガスを、水素ポンペ 70 に貯留出来るようになっている。尚、水素ポンペ 70 に貯留するのに際しては、真空状態の水素ポンペ 70 を準備するか、または高圧水素ガス放出開閉弁 212 を開放している状態で高圧水素ガス開閉弁 208 を少しだけ開放し内部の気体が排出した頃を見計らってから、高圧水素ガス放出開閉弁 212 を閉鎖した後に高圧水素ガス開閉弁 208 を全開することで貯留を開始すると、比較的純度の高い高圧の水素ガスが得られる。

40

【0063】

この場合、所定の圧力に上昇したということが高圧水素ガス開閉弁 208 を開放し、水素ガスと窒素ガスを含む不活性ガスの高圧の混合ガスを水素ポンペ 70 に貯留する過程に於いて、圧力計 203 の表示する圧力が一定の値に降下して定常化したら、この場合は複数回の反応で発生した水素ガスを一本の水素ポンペ 70 に貯留するものであり、また具体的に図示していない水素ポンペ 70 の圧力を測定することが出来る圧力計が必要とする圧力を提示したら、この場合は一回の反応で発生した水素ガスを複数本の水素ポンペ 70 に貯留するものであり、高圧水素ガス開閉弁 208 をひとまず閉鎖する。

50

【 0 0 6 4 】

そして、反応タンク 3 0 A 内部の水素ガスを製造する反応を継続させて行く中で、再び圧力計 2 0 3 の表示する圧力が上昇していくのである。この様にして、圧力計 2 0 3 の表示する圧力が一定の値に上昇したら、再び高圧水素ガス開閉弁 2 0 8 を開放し、再び水素ガスと窒素ガスを含む不活性ガスの高圧の混合ガスを水素ポンペ 7 0 に貯留することを開始する。この様な事を継続することによって、圧力計 2 0 3 の表示する圧力が一定の値に降下して定常化した状態で所定の圧力を確保することが出来たならば、水素ポンペ 7 0 に対する水素ガスと窒素ガスを含む不活性ガスの混合ガスの充填が完了したものと見なされる。

【 0 0 6 5 】

ここで、水素ポンペ 7 0 に貯留する条件として、アルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムと所定の温度の水を反応させて水素ガスを作り出すのに際し、その反応を水と窒素ガスを含む不活性ガスによって完全に満たされ密閉され外部と完全に遮断された反応タンク 3 0 A 内で行うことで、反応タンク 3 0 A 内の当初の窒素ガスを含む不活性ガスの占める空間と反応タンク 3 0 A 内の反応によって水が減量することによる空間の和に対して、反応することで発生した水素ガスの占める割合によって高圧水素ガスになるのであるが、これまで述べた通り一回の反応で複数の水素ポンペ 7 0 に発生した水素ガスを貯留する場合も考えられるし、複数回の反応で一本の水素ポンペ 7 0 に発生した水素ガスを貯留することも考えられる。

【 0 0 6 6 】

尚、充填の完了した水素ポンペ 7 0 は、高圧水素ガス配管 1 0 4 と高圧水素ガス放出管 1 4 1 から取り外すことになる。しかし、図 1 に具体的に記載されていないが、当然接続している部分から漏洩しないように配慮されていると考えて良い。そして、新規に水素ポンペ 7 0 を接続し充填を繰り返す。尚、水素ガスを発生する反応が悪くなったら、残留流体排出開閉弁 2 0 6 を開放した状態で再び水を満たし、不活性ガス供給開閉弁 2 0 1 を開放して窒素ガスを含む不活性ガスを反応タンク 3 0 A に供給し、その後不活性ガス供給開閉弁 2 0 1 を閉鎖して、残留流体排出開閉弁 2 0 6 を閉鎖して、アルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムの中の何れか一種の物質を反応タンク 3 0 A に落下させ、再び水素ガスを発生する反応を行なう。

【 0 0 6 7 】

以上の反応を継続している中で、水素ガスを発生する反応の程度が更に悪くなったら、今度は不用滓取出開閉弁 2 0 7 を開放して、反応タンク 3 0 A の内部を完全に空の状態にした後に不用滓取出開閉弁 2 0 7 を閉鎖し、更に残留流体排出開閉弁 2 0 6 を開放した状態で再び水を満たし、また不活性ガス供給開閉弁 2 0 1 を開放して窒素ガスを含む不活性ガスを反応タンク 3 0 A に供給し、その後不活性ガス供給開閉弁 2 0 1 を閉鎖して、残留流体排出開閉弁 2 0 6 を閉鎖して、アルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムの中の何れか一種の物質を反応タンク 3 0 A に落下させ、再び水素ガスを発生する反応を行なう。

【 0 0 6 8 】

所で、反応に必要なとする物質の供給については、先ず水を、次に窒素ガスを含む不活性ガスを、最後にアルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムの中の何れか一種の物質をということこれまで所は記載している。しかし、この順に限定する必要は無く、先ずアルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムの中の何れか一種の物質を、次に、窒素ガスを含む不活性ガスを、最後に少量の水を供給することも考えられる。

【 0 0 6 9 】

また、水素ポンペ 7 0 に水素ガスと窒素ガスを含む不活性ガスの高圧の混合ガスを貯留するのに際して、少しでも窒素ガスを含む不活性ガスを少なくして水素ガスの純度を高める目的で、反応当初の発生した水素ガスと窒素ガスを含む不活性ガスの高圧の混合ガスを捨てるというのも一つの方法である。

【実施例 2】**【0070】**

図 2 に見られるように、実施例 2 が実施例 1 と異なる点は、実施例 1 では配設していた不活性ガス供給装置 10 と、それに接続していた不活性ガス供給配管 101 と不活性ガス供給開閉弁 201 と不活性ガス供給配管 102、及び給水手段 131 である加圧用不活性ガス配管 131 と給水手段 209 である加圧用不活性ガス開閉弁 209 と給水手段 132 である加圧用不活性ガス配管 132 を構成していないことである。

【0071】

従って、実施例 2 に於いては、反応タンク 30B には不活性ガス供給装置 10 からの配管が接続されていない状態であり、給水装置 40B には不活性ガス供給装置 10 からの給水手段 132 である加圧用不活性ガス配管 132 が接続されていない状態になっている。即ち、実施例 1 と異なる点は、窒素ガスを含む不活性ガスが供給されないようにしていることである。

10

【0072】

本発明による、水素ガスの製造方法および製造装置は前述したように構成されており、以下にその動作について説明する。

【0073】

この場合、実施例 2 が実施例 1 と異なる点は、窒素ガスを含む不活性ガスを使用しないことである。従って、実施例 1 と大きく異なる点は、アルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムと所定の温度の水を反応させて水素ガスを作り出すのに際し、その反応を水だけによって完全に満たされ密閉され外部と完全に遮断された反応タンク 30B 内で行うことである。

20

【0074】

尚、窒素ガスを含む不活性ガスを使用しないことによって、アルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムを反応タンク 30B に投入した際に、反応タンク 30B 内の水が固体粒子貯留装置 20 に侵入し、侵入した水とアルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムが反応するという問題を発生させるで、これ等の操作にかなりの注意を払う必要はある。

【0075】

そこで、反応タンク 30B 内に水を完全に満たした場合の水の量をあらかじめ確認しておいて、その水の量を反応タンク 30B 内に供給するという事も考えられる。所で、反応タンク 30B に水を満たす方法や、水素ポンベ 70 に少しでも不純物を入らせない方法や、水素ポンベ 70 に高圧の水素ガスを貯留する方法や、アルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムを反応タンク 30B に投入する方法や、加熱冷却手段 50 に関しては、反応タンク 30B に窒素ガスを含む不活性ガスを供給しないことを除いて同じ様な内容になるので省略する。

30

【0076】

その中で、アルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムと所定の温度の水を反応させて水素ガスを作り出すのに際し、その反応を水によって完全に満たされ密閉され外部と完全に遮断された反応タンク 30B 内で行うことで、反応タンク 30B 内の反応によって水が減量することによる空間に対して、反応することで発生した水素ガスの占める割合によって高圧水素ガスを製造している。

40

【0077】

また、先ず水を注入し、次にアルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムを送り込んだ後で、反応タンク 30B 内に空間のない状態から反応を開始させている。

【産業上の利用可能性】**【0078】**

この発明は、高圧水素ガスの製造方法および製造装置に関する技術であって、更に詳細に述べるならば、水と窒素ガスを含む不活性ガスによって完全に満たされた状態から、時には水によって完全に満たされた状態から、窒素ガスを含む不活性ガスの占める空間を必

50

要に応じて考慮しながら、水とアルカリ金属またはアルカリ土類金属またはマグネシウムとの化学反応によって水が減量することで発生した空間に、反応することで発生した水素ガスの占める割合によって高圧水素ガスを製造する技術について述べたものである。

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図1】 本願発明を示した図

【図2】 本願発明の窒素ガスを含む不活性ガスを使用しない別の実施例を示した図

【符号の説明】

【0080】

10	不活性ガス供給装置	10
20	固体粒子貯留装置	
30A	反応タンク	
30B	反応タンク	
40A	給水装置	
40B	給水装置	
50	加熱冷却手段	
70	水素ポンプ	
101	不活性ガス供給配管	
102	不活性ガス供給配管	
103	高圧水素ガス配管	20
104	高圧水素ガス配管	
111	固体粒子貯留配管	
112	固体粒子貯留配管	
113	固体粒子投入配管	
114	固体粒子投入配管	
115	不用滓取出配管	
116	不用滓取出配管	
121	流体排出配管	
122	流体排出配管	
131	加圧用不活性ガス配管（給水手段）	30
132	加圧用不活性ガス配管（給水手段）	
133	給水配管	
134	給水配管	
141	高圧水素ガス放出管	
142	高圧水素ガス放出管	
201	不活性ガス供給開閉弁	
202	窒素ガス濃度計	
203	圧力計	
204	固体粒子投入開閉弁	
205	固体粒子貯留用開閉弁	40
206	残留流体排出開閉弁	
207	不用滓取出開閉弁	
208	高圧水素ガス開閉弁	
209	加圧用不活性ガス開閉弁（給水手段）	
210	給水開閉弁	
212	高圧水素ガス放出開閉弁	
301	固体粒子投入口	
302	不用滓取出口	
303	残留流体排出口	

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭57-188401(JP,A)
特開2003-314792(JP,A)
特開2003-004199(JP,A)
特開昭63-218230(JP,A)
特開2007-045646(JP,A)
特開昭63-089401(JP,A)
特開2006-240935(JP,A)
特開2004-210591(JP,A)
特開2004-107146(JP,A)
特開昭56-059601(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C01B 3/00-3/08