

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年9月14日(14.09.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/154138 A1

- (51) 国際特許分類:
C25B 1/04 (2006.01) *G01N 25/22* (2006.01)
C25B 15/00 (2006.01) *G01N 27/04* (2006.01)
G01M 3/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/057393
- (22) 国際出願日: 2016年3月9日(09.03.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社 東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 浅田 隆利 (ASADA Takatoshi); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 吉野 正人 (YOSHINO Masato); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 亀田 常治 (KAMEDA Tsuneji); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 松永 健太郎 (MATSUNAGA Kentaro); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 犬塚 理子 (INUZUKA Riko);

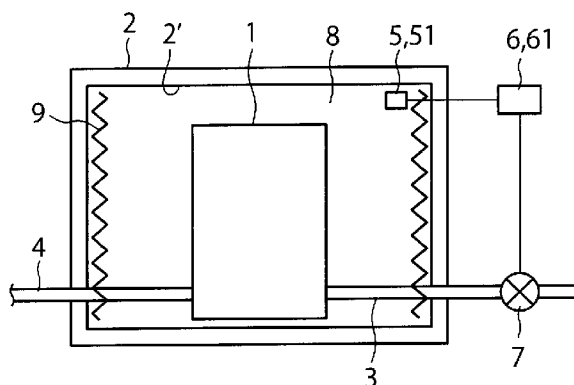
〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 浅山 雅弘 (ASAYAMA Masahiro); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 永井 浩之, 外 (NAGAI Hiroshi et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1丁目6番6号 日本生命丸の内ビル 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー

[続葉有]

(54) Title: SYSTEM FOR PREVENTING HYDROGEN LEAKAGE, METHOD FOR PREVENTING HYDROGEN LEAKAGE, SYSTEM FOR PRODUCING HYDROGEN, AND SYSTEM FOR STORING ELECTRIC POWER

(54) 発明の名称: 水素漏えい防止システム、水素漏えい防止方法水素製造システム、電力貯蔵システム



(57) Abstract: Provided are a system for preventing hydrogen leakage, a method for preventing hydrogen leakage, a system for producing hydrogen, and a system for storing electric power, whereby safety is enhanced by stopping the system immediately when there is a hydrogen leak. A system for preventing hydrogen leakage, provided with an electrolysis unit for electrolyzing water vapor and generating hydrogen and oxygen, an electric furnace for accommodating the electrolysis unit inside the furnace and heating the electrolysis unit, a supply pipe for supplying water vapor to the electrolysis unit, an outlet pipe for extracting hydrogen from the electrolysis unit, a sensing device for sensing an in-furnace gas component in the electric furnace, a determination device for determining whether leakage of the in-furnace hydrogen is present from data acquired from the sensing device, and a control device for controlling the amount of water vapor supplied to the electrolysis unit on the basis of the determination by the determination device.

(57) 要約:

[続葉有]



ロシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー 添付公開書類:

ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

水素が漏洩した場合、早急にシステムを停止することで安全性を向上させた水素漏えい防止システム、水素漏えい防止方法、水素製造システム、電力貯蔵システムを提供する。水蒸気を電気分解して水素及び酸素を生成させる電解部と、前記電解部を炉内に收容し、この收容された前記電解部の加熱を行う電気炉と、前記電解部に水蒸気を供給する供給管と、前記電解部から水素を取り出す流出管と、前記電気炉の炉内のガス成分を検知する検知装置と、前記検知装置から取得されたデータから前記炉内における水素の漏えいの有無を判定する判定装置と、前記判定装置による判定に基づき、前記電解部に供給される水蒸気量を制御する制御装置とを具備する水素漏えい防止システム。

明 細 書

発明の名称：

水素漏えい防止システム、水素漏えい防止方法水素製造システム、電力貯蔵システム

技術分野

[0001] 本発明は、水素漏えい防止システム、水素漏えい防止方法、水素製造システム、電力貯蔵システムに関する。

背景技術

[0002] 近年、化石燃料の枯渇、および大気中への二酸化炭素の放出による地球温暖化などの環境問題、エネルギーセキュリティー、などの観点から、太陽光や風力、地熱などに代表される再生可能エネルギーの導入が推進されている。また、二次エネルギーとして、貯蔵や輸送の観点から、水素エネルギーが注目されている。現在、水素の製造方法は、コストや技術の面から、化石燃料を改質する手法が主流となっている。

[0003] また、再生可能エネルギーは、近年導入が拡大しているが、その特質上、出力の安定化や電力需要等に対応するように発電量を任意に調整することが難しいという課題がある。

[0004] そこで、再生可能エネルギーから取得した電気エネルギーにより水の電気分解（電解）による水素製造を行い、この水素を一旦貯蔵し、必要なときにこの貯蔵された水素を燃料として発電を行う手法が検討されている。

[0005] 電解による水素製造方法の中で、高効率な手法として、固体酸化物形電気化学セルを用いた高温水蒸気電解がある。なお、通常、水蒸気電解は、スタックあるいはモジュールなどと称されている、複数のセルを束ね統合化した固体酸化物形電気化学セル群を用いて実施されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2010-232165号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 高温水蒸気電解による水素製造方法は、固体酸化物形電気化学セルを用い、高温（主に500～1000℃の温度域）で水蒸気を電気分解し、水素を製造する方法である。一般に、この固体酸化物形電気化学セルは、固体酸化物（セラミックス）を主構成としていることから、金属材料などと比較して強度的に不利であることが多い。このことから、固体酸化物電気化学セルやセルスタックから水素や酸素が周囲環境に拡散しないようにすることが求められる。

[0008] 本発明が解決しようとする課題は、水素が漏洩した場合、早急にシステムを停止することで安全性を向上させた水素漏えい防止システム、水素漏えい防止方法、水素製造システム、電力貯蔵システムを提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の実施形態による水素漏えい防止システムは、
水蒸気を電気分解して水素および酸素を生成させる電解部と、
前記電解部を炉内に收容し、この收容された前記電解部の加熱を行う電気炉と、
前記電解部に水蒸気を供給する供給管と、
前記電解部から水素を流出させる流出管と、
前記電気炉の炉内のガス成分を検知する検知装置と、
前記検知装置から取得されたデータから前記炉内における水素の漏えいの有無を判定する判定装置と、
前記判定装置による判定に基づき、前記電解部に供給される水蒸気量を制御する制御装置と
を具備するものである。

発明の効果

[0010] 本発明の実施形態によれば、水素が漏洩した場合、早急にシステムを停止

することで安全性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の第一の形態による収容容器を示す概念図。

[図2]固体酸化物形電解セルを示す概念図。

[図3]本発明の第二の形態による収容容器を示す概念図。

[図4]本発明の第三の形態による収容容器を示す概念図。

[図5]本発明の第四の形態による収容容器を示す概念図。

[図6]本発明の第五の形態による収容容器を示す概念図。

[図7]本発明の第六の形態による収容容器を示す概念図。

[図8]本発明の第七の形態による収容容器を示す概念図。

[図9]本発明の実施形態による水素製造システムならびに電力貯蔵システム示す概念図。

発明を実施するための形態

[0012] <水素漏えい防止システム>

<< 第一の形態 >>

図1は、本発明の実施形態による水素漏えい防止システムの好ましい一具体例の概要について示すものである。

図1に示される水素漏えい防止システムは、

水蒸気を電気分解して水素および酸素を生成させる電解部1と、

電解部1を炉内に收容し、この收容された電解部1の加熱を行う電気炉2と、

電解部1に水蒸気を供給する供給管3と、

電解部1から水素を流出させる流出管4と、

電気炉2の炉内のガス成分を検知する検知装置5と、

検知装置5から取得されたデータから炉内における水素の漏えいの有無を判定する判定装置6と、

判定装置6による判定に基づき、電解部に供給される水蒸気量を制御する制御装置7と

を具備するものである。

- [0013] 電解部 1 は、電解質としてイオン伝導性を持つ固体酸化物を用い、この固体酸化物電解質を水素極と酸素極とで挟んで構成されてなる電解セルが、複数重ね合わされてなるものである。図 2 に示されるように、一つの電解セル 10 は、固体酸化物からなる電解質 10a を水素極 10b と酸素極 10c とで挟んで構成されてなり、この水素極 10b 側に水 (H_2O) が水蒸気の形態で供給され、水素極 10b における $H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + O^{2-}$ の反応によって水素の生成がなされ、一方、酸素極 10c における $O^{2-} \rightarrow 1/2 O_2 + 2e^-$ の反応によって酸素の生成がなされる結果、電解セル 10 に供給された水が、水素と酸素へと電気分解されるようになっている。
- [0014] この電解セル 10 (単セル) が複数個重ね合わせて、電解部 1 を形成することができる。なお、個々のセルとセルとの間には、必要に応じてさらにセパレータ (図示せず) を配置することができる。
- [0015] 電気炉 2 は、前記電解部 1 を炉内に収容し、主として、この収容された電解部 1 の加熱を行うためにヒータ 9 が配置されている。この電気炉 2 は、断熱性材料で形成されていることが好ましい。一つの電気炉 2 は、固体酸化物形電解セルスタック 10 を 1 個または複数個収容することができる。
- [0016] 電解部 1 には、水蒸気を供給する供給管 3 と、電解部 1 で生成された水素を流出させる流出管 4 と、場合により、電解部 1 で生成された酸素を流出させる酸素流出管 (図示せず) が接続されている。また、この電解部 1 には、水蒸気の電気分解を行うための電力を供給するための電力供給線 (図示せず) が接続される。
- [0017] 電解部 1 からの漏えい物 (例えば、水素、酸素あるいは水蒸気) がある場合、これらは、電気炉 2 の内部 (即ち、電気炉 2 の炉の内面 2' とこの電気炉 2 に収容された電解部 1 との間の空隙 8) に漏出することになる。ここで、電解部 1 には、必要に応じて、水蒸気と共に水蒸気以外のガスを供給することができる。水蒸気以外のガスとしては、例えば窒素、空気を挙げることができる。

[0018] 空隙 8 に漏出した水素は、電気炉 2 内に設置された水素検知装置 5 1 によって検知され、検知装置 5 1 から取得されたデータから前記炉内における水素の漏えいの有無を判定装置 6 1 にて判定し、それに基づき、制御装置 7 において、電解部 1 に供給される水蒸気量を制御することができる。例えば、検知装置 5 1 で電気炉 2 内の水素濃度を継続的ないし断続的に計測し、この検知装置 5 1 の計測データをもとに、空隙 8 における水素の存在を判定装置 6 1 が判定し、極微量の水素の存在を判定した場合（もしくは所定濃度以上の水素の存在を判定した場合）に、制御装置 7 の制御弁を閉じて、電解部 1 への水蒸気の供給を遮断することができる。これによって、電解部 1 での水蒸気の電気分解が停止され、水素の生成が停止され、電気炉 2 内への水素の漏えいが停止され、水素濃度の上昇を抑えることができる。

[0019] 以上の本発明の第一の形態による水素漏えい防止システムによれば、水素が電解部から漏洩した場合、早急にシステムを停止することで安全性を向上させることができる。かつ、水素製造効率の低下した状態での運転を避けることができる。

[0020] << 第二の形態 >>

図 3 は、本発明の実施形態による水素漏えい防止システムの好ましい一具体例の概要について示すものである。

図 3 に示される水素漏えい防止システムは、図 1 に記載された水素検知装置 5 1 の代わりに「水蒸気検知装置 5 2」を用いるものである。したがって、水蒸気検知装置 5 2 以外は、第一の形態に関して、前記したものと同様なものを用いることができる。

[0021] 本発明の第二の形態は、電気炉 2 の炉内（即ち、空隙 8）に存在する水蒸気を、水蒸気検知装置 5 2 で検知し、この検知装置 5 2 から取得されたデータから電気炉 2 内における水素の漏えいの有無を判定装置 6 2 で判定し、それに基づき、電解部 1 に供給される水蒸気量を制御装置 7 で制御するものである。

[0022] この水蒸気検知装置 5 2 は、電解部 1 から空隙 8 へ水素の漏出が生じた場

合、その漏出した水素と、同じく空隙 8 に存在する酸素（例えば、空隙 8 に存在する空気中の酸素）等との反応生成物である水蒸気を検知することができるようにになっている。

[0023] 判定装置 6 2 では、水蒸気検知装置 5 2 から取得されたデータと、例えば予め蓄積された水素漏えいがない場合の水蒸気データとを対比することによって、水素漏えいの有無を判定することができる。

[0024] 判定装置 6 2 が水素の漏えいを判定した場合、制御装置 7 の制御弁を閉じて、電解部 1 への水蒸気の供給を遮断することができる。これによって、電解部 1 での水蒸気の電気分解が停止され、水素の生成が停止され、電気炉 2 内への水素の漏えいが停止され、水素濃度の上昇を抑えることができる。

[0025] 以上の本発明の第二の形態による水素漏えい防止システムによれば、水素が電解部から漏えいした場合、早急にシステムを停止することで安全性を向上させることができる。かつ、水素製造効率の低下した状態での運転を避けることができる。

[0026] << 第三の形態 >>

図 4 は、本発明の実施形態による水素漏えい防止システムの好ましい一具体例の概要について示すものである。

図 4 に示される水素漏えい防止システムは、検知装置 5 1 が、電気炉 2 の炉内（具体的には、空隙 8）から導かれたガス成分の流路 1 1 中に配置されている以外は、図 1 に示される第一の形態と同様のものである。

[0027] したがって、ガス成分の流路 1 1 が設けられ、電気炉 2 の炉内から導かれたガス成分を検知できるように水素検知装置 5 1 が設置されている以外は、第一の形態に関して、前記したものと同様なものである。

[0028] ガス成分の流路 1 1 は、そこに水素検知装置 5 1 が設置可能であって、そこに電気炉 2 の炉内の空隙 8 に存在するガスを流通しえるようになっているならば、その構造、形態等は特に制限されない。例えば、図 4 のように、流路 1 1 は、電気炉 2 側の一端が空隙 8 に開口し、もう一端が電気炉 2 の外部空間に開口していることができる。また、流路 1 1 は、電気炉 2 側の一端が空

隙 8 に開口した細長い管状形態をしていてもよい。

[0029] ガス成分の流路 1 1 の設置位置ならびに電気炉 2 からのガスの取得位置も特に制限されない。好ましくは、図 4 のように、電気炉 2 の上方に設置し、電気炉 2 の天井部に設けられた開口部 1 2 を通して電気炉 3 内部からガスを取得することができる。

[0030] なお、この開口部 1 2 には、必要に応じて、ガス流量の調整機構 1 3 等を設けることができる。例えば、流路 1 1 において水素濃度の検知が必要でない時には、このガス流量の調整機構 1 3 でガス流を遮断することによって、流路 1 1 の他方の開口から外部へガスが漏出することを防止することができる。このガス流量の調整機構 1 3 でガス流量を低下させる場合は、高温ガスの排出に伴う、電気炉 2 内の温度低下を抑制することができる。この場合のガス流量の調整機構 1 3 としては、好ましくは、ガス透過性の織物、編み物、綿状物等を挙げることができる。

[0031] 流路 1 1 に設置され水蒸気検知装置 5 1 から取得されたデータから前記炉内における水素の漏えいの有無を判定装置 6 1 にて判定し、それに基づき、制御装置 7 において、電解部 1 に供給される水蒸気量を制御することができる。

[0032] これによって、第一の形態と同様に、電解部 1 での水蒸気の電気分解が停止され、水素の生成が停止され、電気炉 2 内への水素の漏えいが停止され、水素濃度の上昇を抑えることができる。

[0033] 以上の本発明の第三の形態による水素漏えい防止システムによれば、水素が電解部から漏えいした場合、早急にシステムを停止することで安全性を向上させることができる。かつ、水素製造効率の低下した状態での運転を避けることができる。

[0034] また、水素検知装置 5 1 の代わりに水蒸気検知装置 5 2 を用いることによっても、同様に水素の漏えいの有無を判定でき、それに基づき、制御装置 7 において、電解部 1 に供給される水蒸気量を制御することができる。

[0035] << 第四の形態 >>

図5は、本発明の実施形態による水素漏えい防止システムの好ましい一具体例の概要について示すものである。

図5に示される第四の形態の水素漏えい防止システムは、燃焼触媒14が設置されていること以外は、図4に示される第三の形態と同様なものである。したがって、燃焼触媒14以外は、第三の形態に関して、前記したものと同様なものである。

[0036] 燃焼触媒14は、水素を酸化（ここでの酸化とは、燃焼を包含する）させる作用を有するものであるならば、材質や形状などは特に問わない。材質に関しては、PtやRuなどの貴金属成分を含むものが望ましい。形状についても、粒子状、円筒状、ハニカム状等が挙げられるが、特に問わない。

[0037] この第四の形態においては、電気炉2の炉内から流路11に導かれたガス成分の流路中の水素検知装置51の下流側に、燃焼触媒14が設置されている。即ち、電気炉2の空隙8から流路11に導かれたガス成分は、水素検知装置51によって水素濃度が測定された後、燃焼触媒14を透過し、その後、流路11から外部へ排出されるようになっている。

[0038] このように燃焼触媒14が設置されていることによって、電解部2から空隙8へ水素が漏えいしたとしても、漏えいした水素が流路11から外部へ排出されることが防止されている。

[0039] 第三の態様と同様に、流路11に設置され水素検知装置51から取得されたデータから前記炉内における水素の漏えいの有無を判定装置61にて判定し、それに基づき、制御装置7において、電解部1に供給される水蒸気量を制御することができる。

[0040] これによって、第三の形態と同様に、電解部1での水蒸気の電気分解が停止され、水素の生成が停止され、電気炉2内への水素の漏えいが停止され、水素濃度の上昇を抑えることができる。

[0041] 以上の本発明の第四の形態による水素漏えい防止システムによれば、水素が電解部から漏洩した場合、早急にシステムを停止することで安全性を向上させることができる。かつ、水素製造効率の低下した状態での運転を避ける

ことができる。さらに、電気炉から周囲環境への水素の漏えいが防止されているので、さらなる安全性の向上が達成されている。

[0042] << 第五の形態 >>

図6は、本発明の実施形態による水素漏えい防止システムの好ましい一具体例の概要について示すものである。

図6に示される第五の形態の水素漏えい防止システムは、具体的には、検知装置5が、燃焼触媒14およびこの燃焼触媒14の温度を計測する装置15を有し、かつ、判定装置63が、前記燃焼触媒14の温度を計測する装置15から取得された温度データをもとに、電気炉2内における水素の漏えいの有無を判定し、それに基づき、制御装置7において、電解部1に供給される水蒸気量を制御することができるものである。

[0043] 燃焼触媒14は、水素を酸化（ここでの酸化とは、燃焼を包含する）させる作用を有するものであるならば、材質や形状などは特に問わない。材質に関しては、PtやRuなどの貴金属成分を含むものが望ましい。形状についても、粒子状、円筒状、ハニカム状等が挙げられるが、特に問わない。

[0044] 燃焼触媒14は、そこでの水素と酸素との反応を受けてその温度が上昇することから、そこに設けられた「燃焼触媒14の温度を計測する装置（温度センサ）15」から取得された温度データをもとに、酸化触媒14における水素（即ち、電気炉2内で漏出した水素）の存在ならびに水素存在量の変化（例えば増大）を検知することができる。

[0045] 前記装置15から取得されたデータから電気炉2内における水素の漏えいの有無を判定装置63にて判定し、それに基づき、制御装置7において、電解部1に供給される水蒸気量を制御することができる。

[0046] 以上の本発明の第五の形態による水素漏えい防止システムによれば、水素が電解部から漏洩した場合、早急にシステムを停止することで安全性を向上させることができる。かつ、水素製造効率の低下した状態での運転を避けることができる。さらに、電気炉から周囲環境への水素の漏えいが防止されているので、さらなる安全性の向上が達成されている。

[0047] << 第六の形態 >>

図 7 は、本発明の実施形態による水素漏えい防止システムの好ましい一具体例の概要について示すものである。

図 7 に示される第六の形態の水素漏えい防止システムは、具体的には、検知装置 5 が、電気炉 2 内の温度変化を計測する装置 16 を有し、かつ、判定装置 64 が、前記温度変化を計測する装置 16 から取得された温度データから前記電気炉 2 内における水素の漏えいの有無を判定し、それに基づき、制御装置 7 が前記電解部 1 に供給される蒸気量を制御することができるものである。

[0048] 電気炉 2 内の温度は、水素の漏えいが生じた場合、水素と酸素との反応を受けて温度が上昇することから、そこに設けられた「電気炉 2 内の温度変化を計測する装置 16」から取得された温度データをもとに、電気炉 2 内で漏出した水素の存在ならびに水素存在量の変化（例えば増大）を判定することができる。

[0049] 温度変化を計測する装置 16 としては、好ましくは電気抵抗器を用いることができる。これは、電気抵抗器の抵抗値が温度変化によって変化することを利用して、抵抗値の変化から温度変化を検出するものである。

[0050] 前記装置 16 から取得されたデータから電気炉 2 内における水素の漏えいの有無を判定装置 64 にて判定し、それに基づき、制御部 7 において、電解部 1 に供給される水蒸気量を制御することができる。

[0051] 以上の本発明の第六の形態による水素漏えい防止システムによれば、水素が電解部から漏洩した場合、早急にシステムを停止することで安全性を向上させることができる。かつ、水素製造効率の低下した状態での運転を避けることができる。さらに、電気炉から周囲環境への水素の漏えいが防止されているので、さらなる安全性の向上が達成されている。

[0052] << 第七の形態 >>

図 8 は、本発明の実施形態による水素漏えい防止システムの好ましい一具体例の概要について示すものである。

図8に示される第七の形態の水素漏えい防止システムは、具体的には、検知装置5が、電気炉2の炉内に配設されたヒータ9であり、制御装置が、前記ヒータ9から取得されたヒータ9の電気抵抗値の変化から電気炉2内における水素の漏えいの有無を判定し、それに基づき、電解部1に供給される水蒸気量を制御するものである。

[0053] ヒータ9には、ヒータ9の出力を制御するヒータ制御装置17を接続することができる。電気炉2内の温度は、水素の漏えいが生じた場合、水素と酸素との反応を受けて温度が上昇し、これによってヒータ制御装置17によって制御されたヒータ9の出力低下をもとに、電気炉2内で漏出した水素の存在ならびに水素存在量の変化（例えば増大）を検知することができる。

[0054] ヒータ9から取得されたデータから電気炉2内における水素の漏えいの有無を判定装置65にて判定し、それに基づき、制御装置7において、電解部1に供給される水蒸気量を制御することができる。

[0055] 以上の本発明の第七の形態による水素漏えい防止システムによれば、水素が電解部から漏洩した場合、早急にシステムを停止することで安全性を向上させることができる。かつ、水素製造効率の低下した状態での運転を避けることができる。さらに、電気炉から周囲環境への水素の漏えいが防止されているので、さらなる安全性の向上が達成されている。

[0056] <水素製造システムおよび電力貯蔵システム>

図9は、水素製造システムおよび電力貯蔵システムの概念図である。

図9に示されるように、水素製造システムは、発電部（ないし電気エネルギー供給源）Aと、その発電部Aで発電した電力を用い、水を水素と酸素に分解して水素を製造する電気分解部Bとを具備してなるものである。電力貯蔵システムは、発電部（ないし電気エネルギー供給源）Aと、この発電部Aからの電力を用い、水を水素と酸素に分解して水素を製造する電気分解部Bと、電気分解部Bで製造された水素を貯蔵する貯蔵部Cと、貯蔵された水素を燃料として発電を行う発電部Dとを具備してなるものである。なお、電気分解部Bで生成された酸素は、必要に応じて、貯蔵部Eで貯蔵することがで

きるし、この酸素を流体状の支燃性物質として利用することもできる。

[0057] 水素製造システムは、電気分解部Bに水蒸気および電気エネルギーを供給して、電気分解部Bにおいて水蒸気の電気分解を行って、水素の製造を行う水素製造システムであって、水素漏えい防止システムを具備してなるである。

[0058] 電力貯蔵システムは、水蒸気の電気分解によって水素を製造する電気分解部Bと、水素を貯蔵する貯蔵部Cと、貯蔵された水素を燃料として発電を行う発電部Dとを具備してなる電力貯蔵システムであって、水素漏えい防止システムを具備してなるものである。

[0059] ここで、水素漏えい防止システムの好ましい具体例には、第一の形態～第七の形態において記載されたものが包含され、これらの水素漏えい防止システムは、図1～図8にも示されるように、電気分解部Bの周囲に適応することができる。

[0060] 本発明の実施形態による水素製造システムおよび電力貯蔵システムでは、水素が電解部から漏えいした場合、早急にシステムを停止することで安全性を向上させることができる。かつ、水素製造効率の低下した状態での運転を避けることができる。

[0061] 以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施することが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これらの実施形態やその変形例は、発明の範囲や要旨に含まれると共に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

符号の説明

[0062] 1：電解部、2：電気炉、3：供給管、4：流出管、5：検知装置、6：判定装置、7：制御装置、8：空隙、9：ヒータ、10：固体酸化物電解質セル、11：流路、12：開口部、13：ガス流量の調整機構、14：燃焼触媒、15：燃焼触媒の温度を計測する装置、16：温度変化を計測する装置

、 17 : ヒータ制御装置、 A : 発電部、 B : 電気分解部、 C : 水素貯蔵部、
D : 発電部、 E : 酸素貯蔵部

請求の範囲

- [請求項1] 水蒸気を電気分解して水素および酸素を生成させる電解部と、
前記電解部を炉内に収容し、この収容された前記電解部の加熱を行う電気炉と、
前記電解部に水蒸気を供給する供給管と、
前記電解部から水素を流出させる流出管と、
前記電気炉の炉内のガス成分を検知する検知装置と、
前記検知装置から取得されたデータから前記炉内における水素の漏えいの有無を判定する判定装置と、
前記判定装置による判定に基づき、前記電解部に供給される水蒸気量を制御する制御装置と
を具備する水素漏えい防止システム。
- [請求項2] 前記検知装置が、前記電気炉の炉内の水素ガス成分および水蒸気成分の少なくとも一方を検知する請求項1記載の水素漏えい防止システム。
- [請求項3] 前記電気炉の炉内のガス成分が燃焼触媒によって処理される請求項1または請求項2に記載の水素漏えい防止システム。
- [請求項4] 前記検知装置が、前記燃焼触媒の温度を計測する装置を有する請求項3記載の水素漏えい防止システム。
- [請求項5] 前記検知装置が、前記電気炉の炉内の温度変化を計測する装置を有する請求項1記載の水素漏えい防止システム。
- [請求項6] 前記検知装置が、前記電気炉の炉内に配設されたヒータの出力変化を計測する請求項1記載の水素漏えい防止システム。
- [請求項7] 水蒸気を電気分解して水素および酸素を生成させる電解部と、
前記電解部を炉内に収容し、この収容された前記電解部の加熱を行う電気炉と、
前記電解部に水蒸気を供給する供給管と、
前記電解部から水素を流出させる流出管と、

前記電気炉の炉内のガス成分を検知する検知装置と、

前記電解部に供給される水蒸気量を制御する制御装置とを具備してなる水素製造装置によって水素製造を行う際に、

前記検知装置から取得されたデータから前記炉内における水素の漏えいの有無を判定し、それに基づき、前記電解部に供給される水蒸気量を制御する水素漏えい防止方法。

[請求項8]

電解部に水蒸気および電気エネルギーを供給して、当該電解部において前記水蒸気の電気分解を行って、水素の製造を行う水素製造システムであって、

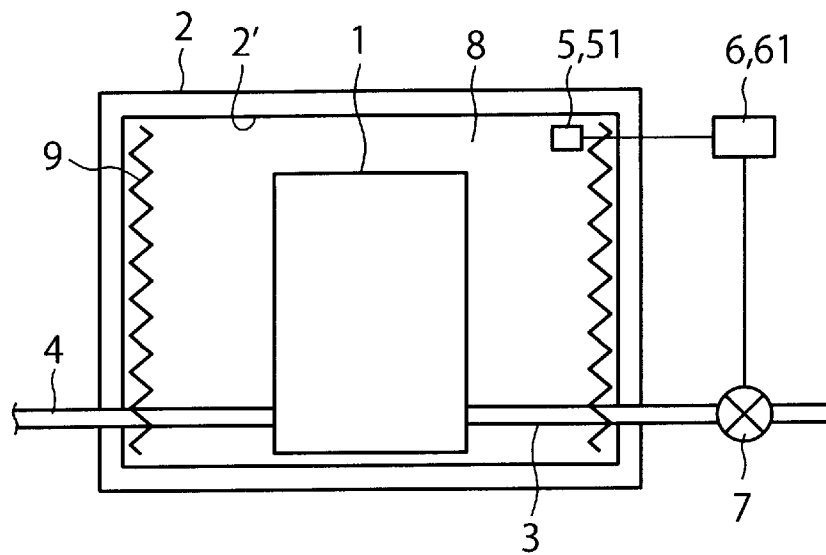
前記請求項1～6のいずれか1項に記載の水素漏えい防止システムを具備してなる水素製造システム。

[請求項9]

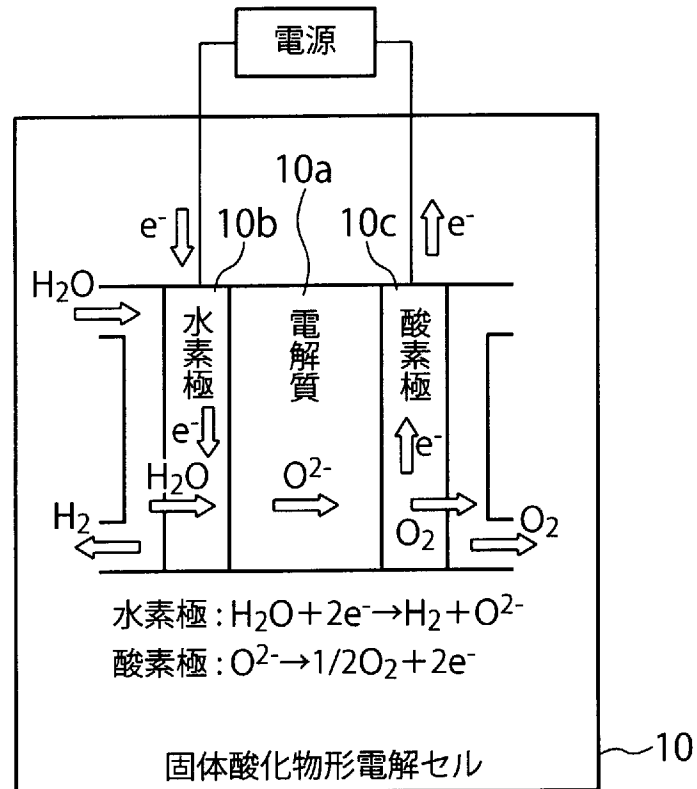
水蒸気の電気分解によって水素を製造する電解部と、前記水素を貯蔵する貯蔵部と、前記貯蔵された水素を燃料として発電を行う発電部とを具備してなる電力貯蔵システムであって、

前記請求項1～6のいずれか1項に記載の水素漏えい防止システムを具備してなる電力貯蔵システム。

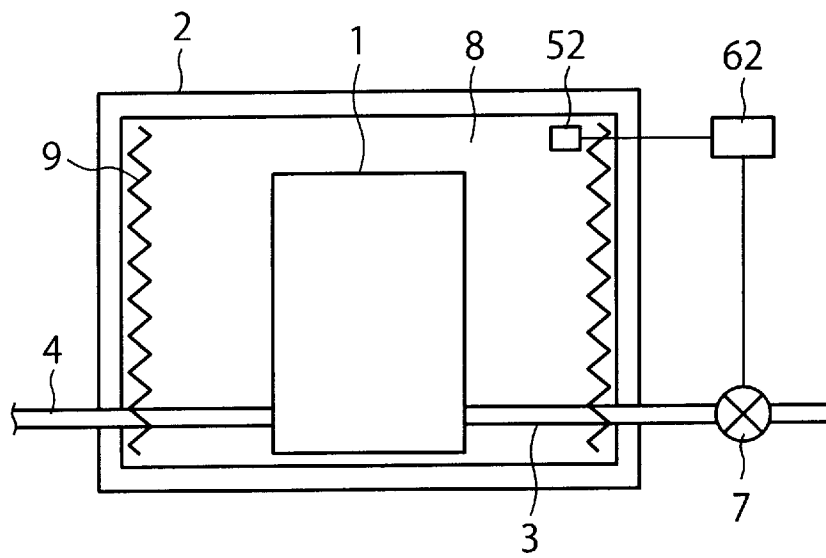
[図1]



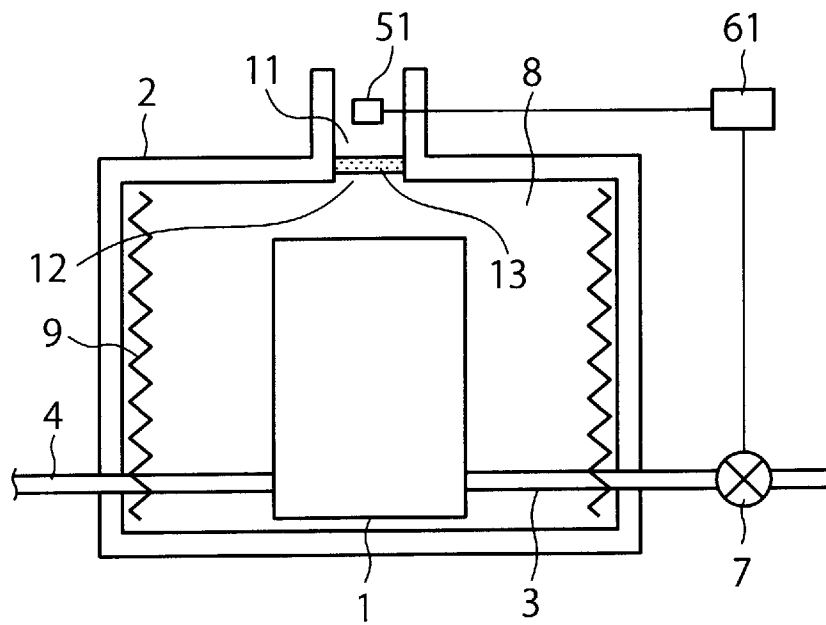
[図2]



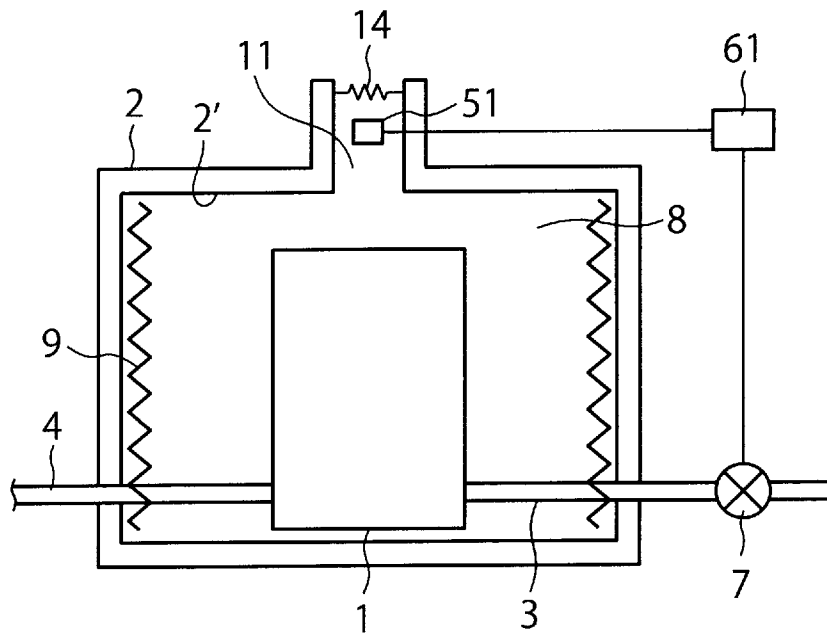
[図3]



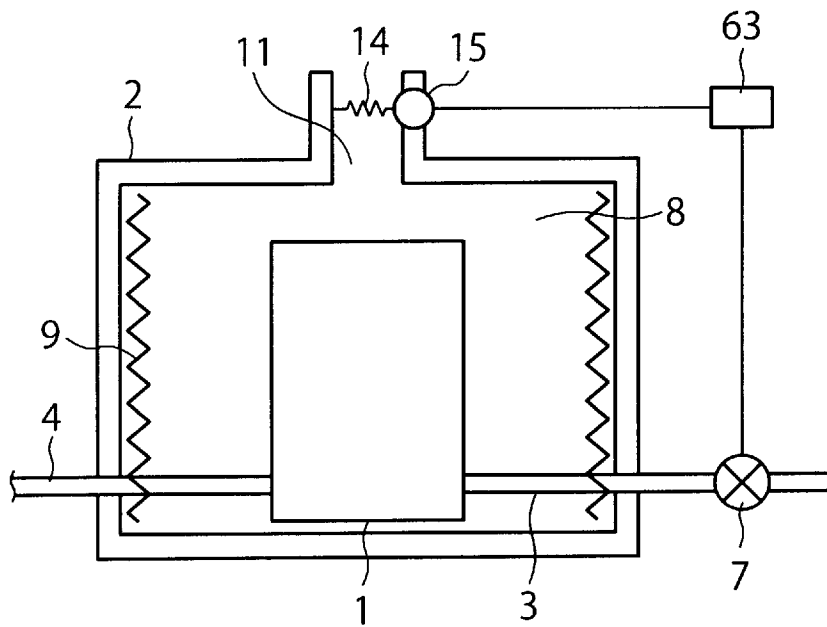
[図4]



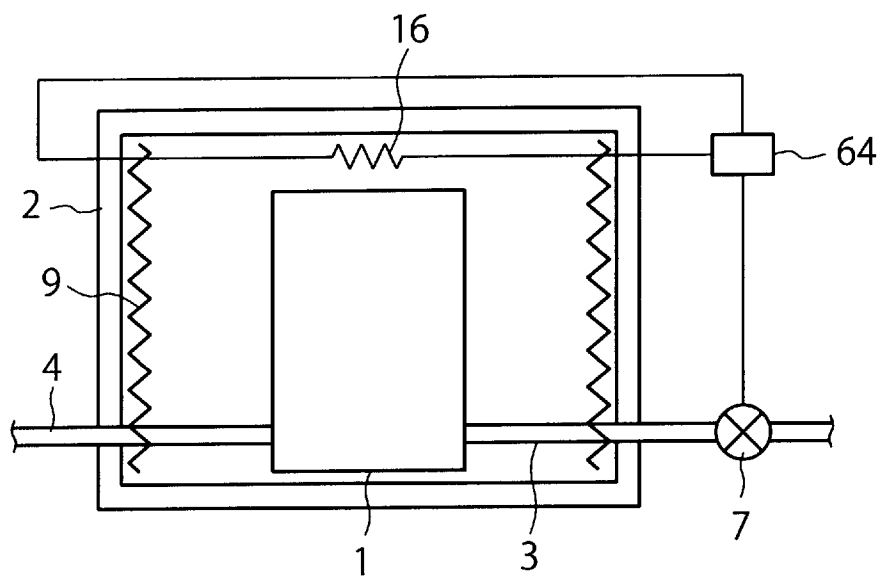
[図5]



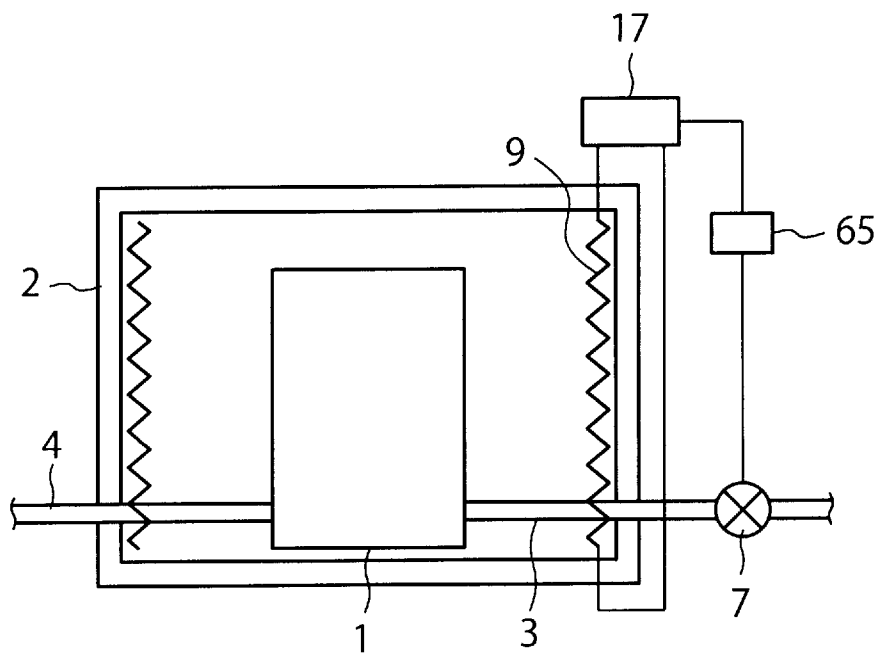
[図6]



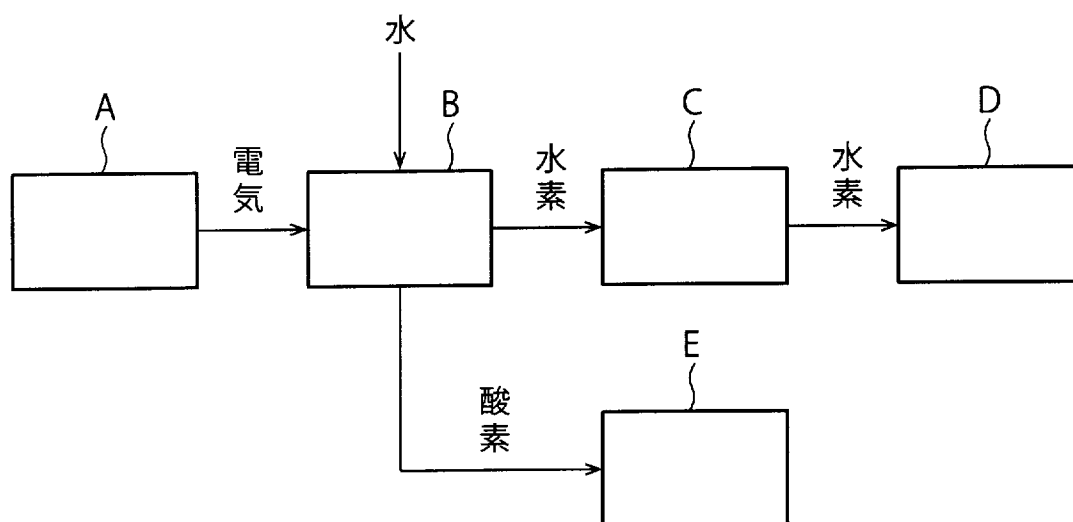
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/057393

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C25B1/04(2006.01)i, C25B15/00(2006.01)i, G01M3/16(2006.01)i, G01N25/22(2006.01)i, G01N27/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C25B1/04, C25B15/00, G01M3/16, G01N25/22, G01N27/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-131554 A (Nomura Micro Science Co., Ltd.), 26 May 2005 (26.05.2005), entire text (Family: none)	1-9
A	JP 7-45602 A (Mitsubishi Corp.), 14 February 1995 (14.02.1995), entire text (Family: none)	1-9
A	JP 2011-225410 A (Panasonic Corp.), 10 November 2011 (10.11.2011), entire text (Family: none)	1-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
12 May 2016 (12.05.16)

Date of mailing of the international search report
24 May 2016 (24.05.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/057393

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-229137 A (Panasonic Corp.), 22 November 2012 (22.11.2012), entire text (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C25B1/04(2006.01)i, C25B15/00(2006.01)i, G01M3/16(2006.01)i, G01N25/22(2006.01)i, G01N27/04(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C25B1/04, C25B15/00, G01M3/16, G01N25/22, G01N27/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2005-131554 A (野村マイクロ・サイエンス株式会社) 2005. 05. 26, 全文 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 7-45602 A (三菱商事株式会社) 1995. 02. 14, 全文 (ファミリーなし)	1-9

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12. 05. 2016

国際調査報告の発送日

24. 05. 2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

辰己 雅夫

電話番号 03-3581-1101 内線 3425

4E

6110

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2011-225410 A (パナソニック株式会社) 2011. 11. 10, 全文 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2012-229137 A (パナソニック株式会社) 2012. 11. 22, 全文 (ファミリーなし)	1-9