

(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 2017/154137 A1

- (51) 国際特許分類:
H01M 8/04 (2016.01) H01M 8/12 (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/057389
- (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: 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). 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). 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). 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). 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). 佐藤 純一 (SATO Junichi); 〒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). 立原 弥 (TACHIHARA Wataru); 〒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).

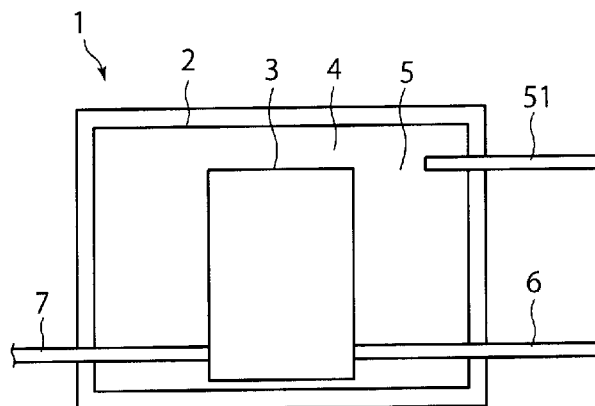
(74) 代理人: 永井 浩之, 外 (NAGAI Hiroshi et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1丁目6番6号 日本生命丸の内ビル 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(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.

[続葉有]

(54) Title: CONTAINER FOR SOLID OXIDE ELECTROLYSIS CELL STACKS, HYDROGEN PRODUCTION SYSTEM AND ELECTRICAL ENERGY STORAGE SYSTEM

(54) 発明の名称: 固体酸化物形電解セルスタックの收容容器、水素製造システム、電力貯蔵システム



(57) Abstract: Provided are: a safe container for solid oxide electrolysis cell stacks, which prevents hydrogen from remaining in the container by quickly causing oxidation and combustion of the hydrogen within the container that contains a solid oxide electrochemical cell stack; a hydrogen production system; and an electrical energy storage system. A container for solid oxide electrolysis cell stacks, which is provided with an oxidant for oxidizing hydrogen within the container, said hydrogen being present in an air space between the inner surface of this container and a solid oxide electrolysis cell stack that is contained in this container.

(57) 要約: 固体酸化物形電気化学セルスタックを收容する容器内で水素を速やかに酸化、燃焼させることで、容器内に水素が滞留しない安全な固体酸化物形電解セルスタックの收容容器、水素製造システム、電力貯蔵システムを提供する。固体酸化物形電解セルスタックの收容容器であって、この容器の内面とこの容器に收容された前記固体酸化物形電解セルスタックとの間の空隙に存在する水素を当該容器内部で酸化させる酸化剤を具備する固体酸化物形電解セルスタックの收容容器。



WO 2017/154137 A1



(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), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, 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).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

固体酸化物形電解セルスタックの収容容器、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、固体酸化物形電解セルスタックの収容容器、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問題点がある。

[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、固体酸化物形電気化学セルスタックを収容する容器内で水素を速やかに酸化、燃焼させることで、容器内に水素が滞留しない安全な固体酸化物形電解セルスタックの収容容器、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固体酸化物形電解セルスタックの収容容器は、この容器の内面とこの容器に収容された前記固体酸化物形電解セルスタックとの間の空隙に存在する水素を当該容器内部で酸化させる酸化剤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、水の電気分解により水素を製造するシステムおよび電力貯蔵システムにおいて、固体酸化物形電気化学セルスタックを収容する容器内で水素を速やかに酸化、燃焼させることで、容器内に水素が滞留せず、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固体酸化物形電解セルスタックの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] <固体酸化物形電解セルスタックの収容容器>

<< 第一の形態 >>

図1は、本発明の実施形態による酸化物形電解セルスタックの収容容器の好ましい一具体例について示すものである。

図1に示される固体酸化物形電解セルスタックの収容容器1は、この容器1の内面2とこの容器1に収容された固体酸化物形電解セルスタック3との間の空隙4に存在する水素を当該容器1内部で酸化させる酸化剤5を、前記空隙4に導入する酸化剤供給装置51を具備するものである。

[0013] 固体酸化物形電解セルスタック3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30は、固体酸化物からなる電解質31を水素極32と酸素極33とで挟んで構成されてなり、この水素極32側に水(H_2O)が通常水蒸気の形態で供給され、水素極32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33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30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30（単セル）が複数個重ね合わせて、固体酸化物形電解セルスタック3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。

[0015] 一つの収容容器1は、固体酸化物形電解セルスタック3を1個または複数

個収容することができる。

[0016] 図 1 に示される実施形態による酸化物形電解セルスタック 3 には、水（水蒸気）を供給する燃料供給管 6 と、セルスタック 3 で生成された水素を流出させる水素流出管 7 と、場合により、セルスタック 3 から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、このセルスタック 3 には、水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] 固体酸化物形電解セルスタックの収容容器 1 は、容器 1 内に収容されたセルスタック 3 を加熱するヒータ（図示せず）が配置されている。そして、収容容器 1 は、断熱性材料で形成されていることが好ましい。

[0018] セルスタック 3 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、空隙 4 に漏出することになる。

[0019] 固体酸化物形電解セルスタックの収容容器 1 において、空隙 4 に存在する水素を当該容器 1 内部で酸化させる酸化剤 5 は、具体的には流体状の酸化剤である。なお、この酸化剤は、「可燃性物質（特に水素）の燃焼を助けるもの」であることから、本明細書においては「支燃性材料」と表記する場合がある（尚、水素ガスは、「支燃性材料」から除外する）。

[0020] 上記「支燃性材料」は、空気以上に酸化力が高いことが好ましいが、これは必須ではなく、空気よりも酸化力が低い場合もありえる。また、「流体」とは、収容容器 1 に導入する時の温度および圧力条件下において流動性を有する物質ないし混合物を意味する。特に、ガス状であるものが好ましい。

[0021] 本発明の実施形態において、流体状の支燃性材料として特に好ましいものとしては、例えば、酸素ガスおよび酸素含有ガス（例えば、空気）等を挙げることができる。

[0022] そして、収容容器 1 に導入する支燃性材料質は、温度が高いことが好ましい。このことによって、支燃性材料導入による容器 1 内部の温度低下を抑制することが出来る。

[0023] 本発明の実施形態では、空隙 4 に漏えいした水素を出来るだけ速やかにか

つ確実に燃焼させることが好ましい。この観点からは、収容容器 1 の空隙 4 には、漏えいした水素の燃焼に必要な量以上の支燃性物質が存在するようにすることが好ましい。したがって、空隙 4 への支燃性物質の供給は、少なくともセルスタック 3 の運転中（即ち、セルスタック 3 において電気分解が行われている期間）は行うことが好ましい。そして、セルスタック 3 の運転停止中であっても、漏えいした水素の燃焼を速やかに行うためには、空隙 4 に支燃性物質を供給することが好ましい。

[0024] 以上の通り、第一の形態による酸化物形電解セルスタックの収容容器 1 によれば、固体酸化物形電解セルスタック 3 から空隙 4 に漏えいした水素を、極めて簡便な酸化装置 5 によって、速やかに確実にかつ穏やかに燃焼させることができる。これは、水素がごく少量漏えいした時点で、周囲に存在する豊富な支燃性物質との間で相互に拡散しあい、所謂拡散燃焼が安定的に生起し、それが持続することによって、穏やかな緩慢燃焼が実現されることによるものと推測されている。このことによって、収容容器 1 の空隙 4 における水素の滞留が抑制されるので、水素製造システムならびに電力貯蔵システムの安全性を向上させることができる。

[0025] << 第二の形態 >>

図 3 は、本発明の実施形態による酸化物形電解セルスタックの収容容器の好ましい一具体例について、示すものである。

図 3 に示される固体酸化物形電解セルスタックの収容容器 1 は、この容器 1 の内面 2 とこの容器 1 に収容された固体酸化物形電解セルスタック 3 との間の空隙 4 に存在する水素を当該容器 1 内部で酸化させる酸化剤を具備するものであって、前記酸化剤が、空隙 4 内に配置された固体状の酸化剤 5 2 であるものである。

[0026] 図 3 に示される固体酸化物形電解セルスタックの収容容器 1 は、「固体状の酸化剤 5 2」を用いており、そして「酸化剤供給装置 5 1」が設けられていない以外は、図 1 に示される収容容器 1 と同様のものである。したがって、固体状の酸化剤 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。この酸化剤も「可燃性物質（特に水素）の燃焼を助けるもの」である。

[0027] 本発明の実施形態において、固体状の支燃性材料としては、水素を酸化できるものであるならば特に種類を問わないが、酸化物が望ましい。特に好ましいものとしては、例えば、酸化鉄、酸化ニッケル、これらを含む固体材料などが挙げられる。

[0028] このような固体状の酸化剤 5 2 は、粒状ないし粉体、あるいは任意の形状で、あるいは成形物の形態で、空隙 4 に存在する水素と接するように、空隙 4 の中に配置することができる。例えば、容器 1 の内面 2（例えば、容器の壁面、床面あるいは天井面）や、セルスタック 3 の外壁面に取り付けたり、コーティングしたり、あるいは粒状ないし粉体を容器 1 内に充填することができる。

[0029] 本発明の実施形態では、空隙 4 に存在する水素を速やかにかつ確実に酸化させることが好ましい。この観点からは、収容容器 1 の空隙 4 には、漏えいした水素の酸化に必要な量以上の酸素が容器 1 内に存在させることが好ましい。

[0030] このような第二の形態では、セルスタック 3 の運転中（即ち、セルスタック 3 において電気分解が行われている期間）はもとより、セルスタック 3 の運転停止中であっても、漏えいした水素の酸化を行うことができる。

[0031] 固体状の支燃性物質 5 2 には、温度センサ 8 を配置してもよい。このような実施形態では、固体状の支燃性物質が水素との反応による温度変化を温度センサ 8 にて検知することにより、直ちに電解セルスタック 3 からの水素の漏えいの有無および（または）水素の漏えい量を精度良く判定することができるようになる。

[0032] 以上の第二の形態による酸化物形電解セルスタックの収容容器 1 によれば、固体酸化物形電解セルスタック 3 から空隙 4 に漏えいした水素を、極めて簡便な酸化装置によって、速やかに確実にかつ穏やかに酸化させることができる。このことによって、収容容器 1 の空隙 4 における水素の滞留が抑制さ

れるので、水素製造システムならびに電力貯蔵システムの安全性を向上させることができる。

[0033] << 第三の形態 >>

図4は、本発明の実施形態による酸化物形電解セルスタックの収容容器の好ましい一具体例について、示すものである。

図4に示される固体酸化物形電解セルスタックの収容容器1は、空隙4に存在する水素を燃焼させる燃焼触媒53が空隙4に設置されていること以外は、図1に示される固体酸化物形電解セルスタックの収容容器1と同様な内容のものである。したがって、燃焼触媒53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。

[0034] 本発明の実施形態において、燃焼触媒53については、材質や形状、設置場所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。設置場所についても特に問わないが、支燃性ガス管51の導入口付近や、セルスタック3の外壁面を挙げることができる。これにより、漏えいした水素は瞬時に燃焼・反応し、水素が容器1の内部に滞留することを抑制することができる。

[0035] 以上の本発明の第三の形態による酸化物形電解セルスタックの収容容器1によれば、前述の第一の形態において得られる効果を、より高度にかつ確実に達成することができる。

[0036] << 第四の形態 >>

図5は、本発明の実施形態による酸化物形電解セルスタックの収容容器の好ましい一具体例について示すものである。

図5に示される固体酸化物形電解セルスタックの収容容器1は、この容器1の内面2とこの容器1に収容された固体酸化物形電解セルスタック3との間の空隙4に存在する水素を当該容器1内部で酸化させる酸化剤を具備するものであって、図1に示される第一の形態の収容容器1に、さらに、

(1) 固体酸化物形電解セルスタック3の温度を測定する温度センサ9、

(2) 空隙 4 に存在する水素の濃度を測定する水素濃度センサ 10、
(3) 空隙 4 に存在する酸素の濃度を測定する酸素濃度センサ 11、
(4) (イ) 温度センサ 9 から取得した固体酸化物形電解セルスタック 3 の温度、(ロ) 水素濃度センサ 10 から取得した空隙 4 に存在する水素の濃度、(ハ) 酸素濃度センサ 11 から取得した空隙 4 に存在する酸素の濃度から選ばれた 1 つまたは 2 つ以上をもとに、固体酸化物形電解セルスタック 3 からの水素の漏えいの有無および (または) 水素の漏えい量を判定する判定装置 12、
(5) 判定装置 12 による判定をもとに、固体酸化物形電解セル収容容器 3 の内部に導入される支燃性物質の量を調整する制御装置 13
をさらに具備する固体酸化物形電解セルスタックの収容容器 1 を示すものである。

[0037] なお、図 5 に示される固体酸化物形電解セルスタック 3 および酸化剤供給装置 51 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。

[0038] 温度センサ 9、水素濃度センサ 10、酸素濃度センサ 11、判定装置 12 は、収容容器 1 に常に同時に設ける必要はなく、それぞれ、必要に応じて設けることができる。

[0039] 好ましくは、例えば、判定装置 12 において、セルスタック 3 からの水素の漏えいの有無および (または) 水素の漏えい量を判定する際に利用するデータに応じて、そのデータの取得に必要なセンサないし装置等を設けることができる。即ち、例えば、判定装置 12 を設ける場合において、この判定装置 12 がセルスタック 3 の温度のデータのみから水素の漏えいの有無および (または) 水素の漏えい量を判定する際には、少なくとも温度センサ 9 と判定装置 12 の両者を具備する必要があるが、それらに加えて水素濃度センサ 10 や酸素濃度センサ 12、その他の装置等などを更に具備することまでは要しない。

[0040] 収容容器 1 には、異なる種類のセンサないし装置を設けることができるし

、同一種類のセンサないし装置を複数個設けることができる。

[0041] 上記の温度センサ 9、水素濃度センサ 10、酸素濃度センサ 11、判定装置 12、制御装置 13 の設置箇所は、特に限定はなく、例えば、各種センサ（9、10、11）や収容容器 1 の具体的な内容、種類、測定対象、測定結果の正確性、安定性、信頼性等を考慮して、適宜最適な設置位置を選定することができる。好ましくは、例えば、水素濃度センサ 10 は、漏えいした水素の濃度がいち早く高まる箇所あるいはその近傍（例えば、好ましくは、セルスタック 3 の表面、その近傍付近、あるいは容器 1 内部の天井付近等）に設けることができ、例えば、酸素濃度センサ 11 は、酸素濃度が希薄になりがちな箇所や、あるいは容器 1 内において平均的な酸素濃度となる箇所等に設けることができる。

[0042] 一般的に、温度センサ 9、水素濃度センサ 10、酸素濃度センサ 11 等は、収容容器 1 の内部に設置することが好ましいが、隙間 4 のガス状態を必要な精度あるいは支障がないレベルで検知できるならば、収容容器 1 の外部に設置し、そこに隙間 4 のガスを流通させることによって所望の測定データを得ることができる。

[0043] 判定装置 12 では、（イ）固体酸化物形電解セルスタック 3 の温度、（ロ）空隙 4 に存在する水素の濃度、（ハ）空隙 4 に存在する酸素の濃度から選ばれたいずれか 1 つまたは 2 つ以上をもとに、前記固体酸化物形電解セルスタック 3 からの水素の漏えいの有無および（または）水素の漏えい量を判定することができる。これらの中では、（ロ）の「空隙 4 に存在する水素の濃度」から、水素の漏えいの有無および（または）水素の漏えい量を判定するのが好適である。

[0044] 制御装置 13 は、前記の判定装置 12 による判定をもとに、固体酸化物形電解セル収容容器 3 の内部に導入される支燃性物質の量を調整する制御装置である。この制御装置 13 の好ましい具体例としては、支燃性物質の供給ポンプおよび支燃性物質の供給量を制御する制御弁等を挙げることができる。供給ポンプおよび制御弁は、どちらか片方のみを設けることができるし、両

方を設けることができる。

[0045] 以上の本発明の第四の形態による酸化物形電解セルスタックの収容容器 1 によれば、固体酸化物形電解セルスタック 3 から空隙 4 に漏えいした水素を、極めて簡便な酸化装置によって、より速やかに、確実にかつ穏やかに酸化させることができる。これにより、漏えいした水素は瞬時に燃焼・反応し、水素が容器 1 の内部に滞留することを抑制することができる。

[0046] そして、必要に応じて、各種センサ、判定装置、制御装置等を更に具備する本発明の第四の形態による酸化物形電解セルスタックの収容容器 1 によれば、水素の漏えいの有無および（または）水素の漏えい量の判定を行うことができる。そして、それに基づいて、支燃性物質の供給量の制御を行うことができる。このことにより、容器 1 への支燃性物質の導入量の削減ならびに容器 1 内の温度の低下を効果的に抑制することができる。

[0047] <<< 第四の形態の他の具体例 >>>

上記の第四の形態による酸化物形電解セルスタック収容容器 1 は、必要に応じて、燃焼触媒 5 3、ならびにこの燃焼触媒 5 3 の温度を測定する温度センサ 1 4 を、さらに具備することができる。なお、燃焼触媒 5 3 としては、第三の形態に関して、前記したものと同様なものを用いることができる。

[0048] このように、収容容器 1 がさらに燃焼触媒 5 3 を具備する場合の判定装置 1 2 としては、（イ）温度センサ 9 から取得した固体酸化物形電解セルスタック 3 の温度、（ロ）水素濃度センサ 1 0 から取得した空隙 4 に存在する水素の濃度、（ハ）酸素濃度センサ 1 1 から取得した前記空隙 4 に存在する酸素の濃度、（ニ）温度センサ 1 4 から取得した燃焼触媒 5 3 の温度から選ばれた 1 つまたは 2 つ以上をもとに、固体酸化物形電解セルスタック 3 からの水素の漏えいの有無および（または）水素の漏えい量を判定する判定装置 1 2 を挙げることができる。

[0049] 以上の本発明の第四の形態による酸化物形電解セルスタックの収容容器 1 によれば、固体酸化物形電解セルスタック 3 から空隙 4 に漏えいした水素を、極めて簡便な酸化装置によって、より速やかに、確実にかつ穏やかに酸化

させることができる。これにより、漏えいした水素は瞬時に燃焼・反応し、水素が容器 1 の内部に滞留することを抑制することができ、水素製造システムならびに電力貯蔵システムの安全性を向上させることができる。

[0050] そして、必要に応じて、各種センサ、判定装置、制御装置等を更に具備する本発明の第四の形態による酸化物形電解セルスタックの収容容器 1 によれば、水素の漏えいの有無および（または）水素の漏えい量の判定と、支燃性物質の供給量の制御を行うことができる。このことにより、容器 1 への支燃性物質の導入量の削減ならびに容器 1 内の温度の低下を効果的に抑制することができる。

[0051] << 第五の形態 >>

図 6 は、本発明の実施形態による酸化物形電解セルスタックの収容容器の好ましい一具体例について示すものである。

図 6 に示される固体酸化物形電解セルスタックの収容容器 1 は、具体的には、図 1 に示される第一の形態の収容容器 1 に、さらに、

（6）固体酸化物形電解セルスタック 3 に流入する水の量を測定する流量センサ 15、固体酸化物形電解セルスタック 3 の流出口から流出する水素の量を測定する流量センサ 16、流量センサ 15 と流量センサ 16 とから取得したデータの演算をもとに、前記固体酸化物形電解セルスタック 3 からの水素の漏えいの有無および（または）水素の漏えい量を判定する判定装置 17、

（7）判定装置 17 による判定をもとに、固体酸化物形電解セル収容容器 3 の内部に導入される支燃性物質の量を調整する制御装置 13 をさらに具備する固体酸化物形電解セルスタックの収容容器 1 を示すものである。

なお、図 6 に示される固体酸化物形電解セルスタック 3 および酸化剤供給装置 51 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。

[0052] 判定装置 17 では、流量センサ 15 から取得された固体酸化物形電解セルスタックに流入する水の量と、流量センサ 16 から取得された固体酸化物形電解セルスタックの流出口から流出する水素の量との、それぞれのデータの

演算をもとに、固体酸化物形電解セルスタック 3 からの水素の漏えいの有無および（または）水素の漏えい量を判定する。すなわち、判定装置 17 では、セルスタック 3 に供給された原料（即ち、水）と、水の分解物である生成物（即ち、水素と酸素）との物質収支から、セルスタック 3 からの水素漏えいの有無および（または）水素の漏えい量の判定がなされる。ここで、「固体酸化物形電解セルスタックに流入する水」とは、通常、水蒸気の状態にある水、あるいは水蒸気状態にある水と液状（水滴）にある水との混合物である。

[0053] 固体酸化物形電解セルスタック 3 からの水素の漏えいの有無および（または）水素の漏えい量を判定する際は、流量センサ 15 および流量センサ 16 から取得されたデータをもとに、例えば容器 1 の具体的内容やセルスタック 3 で行われる電気分解の運転状況等を踏まえ、必要に応じて適宜定められた条件パラメータ等を加味して適宜行うことができる。

[0054] 制御装置 13 は、前記の判定装置 17 による判定をもとに、固体酸化物形電解セル収容容器 3 の内部に導入される支燃性物質の量を調整する制御装置である。この制御装置 13 の好ましい具体例としては、支燃性物質の供給ポンプおよび支燃性物質の供給量を制御する制御弁等を挙げることができる。供給ポンプおよび制御弁は、どちらか片方のみを設けることができるし、両方を設けることができる。

[0055] <<< 第五の形態の他の具体例 >>>

上記の本発明の第五の実施形態による酸化物形電解セルスタック収容容器 1 は、必要に応じて、燃焼触媒 53、ならびにこの燃焼触媒 53 の温度を測定する温度センサ 14 を、さらに具備することができる。なお、燃焼触媒 53 としては、第三の形態に関して、前記したものと同様なものを用いることができる。

[0056] さらに、本発明の第五の実施形態による酸化物形電解セルスタック収容容器 1 は、判定装置 17 に加えて、図 5 および第四の実施形態に記載された判定装置 12 やセンサ等をさらに具備することができる。

[0057] 以上の本発明の第五の形態による酸化物形電解セルスタックの収容容器 1 によれば、固体酸化物形電解セルスタック 3 から空隙 4 に漏えいした水素を、極めて簡便な酸化装置によって、より速やかに、確実にかつ穏やかに酸化させることができる。

[0058] そして、必要に応じて、各種センサ、判定装置、制御装置等を更に具備する本発明の第五の形態による酸化物形電解セルスタックの収容容器 1 によれば、水素の漏えいの有無および（または）水素の漏えい量の判定と、支燃性物質の供給量の制御を行うことができる。このことにより、容器 1 への支燃性物質の導入量の削減ならびに容器 1 内の温度の低下を効果的に抑制することができる。

[0059] <水素製造システムおよび電力貯蔵システム>

図 7 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 7 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。また、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。

[0060] 水素製造システムは、水の電気分解によって水素を生成させる固体酸化物形電解セルスタックを含んでなる電気分解部 B を具備してなる水素製造システムであって、固体酸化物形電解セルスタックが、収容容器に収容されているものである。

[0061] 電力貯蔵システムは、水の電気分解によって水素を製造する固体酸化物形電解セルスタックを含んでなる電気分解部 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とを具備してなる電力貯蔵システムであって、固体酸化物形電解セルスタックが、収容容器に収容されているものである。

[0062] ここで、収容容器の好ましい具体例には、第一の形態～第五の形態において記載されたものが包含される。

[0063] 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、収容容器の空隙における水素の滞留が抑制されるので、水素製造システムならびに電力貯蔵システムの安全性を向上させることができる。

[0064] 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

[0065] 1：収容容器、3：固体酸化物形電解セルスタック、30：電解セル、31：固体酸化物電解質、32：水素極、33：酸素極、4：空隙、51：流体状の酸化剤の供給装置、52：固体状の酸化剤、53：燃焼触媒、6：燃料供給管、7：水素流出管、8：温度センサ、9：温度センサ、10：水素濃度センサ、11：酸素濃度センサ、12：判定装置、13：制御装置、14：温度センサ、15：流量センサ、16：流量センサ、17：判定装置、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

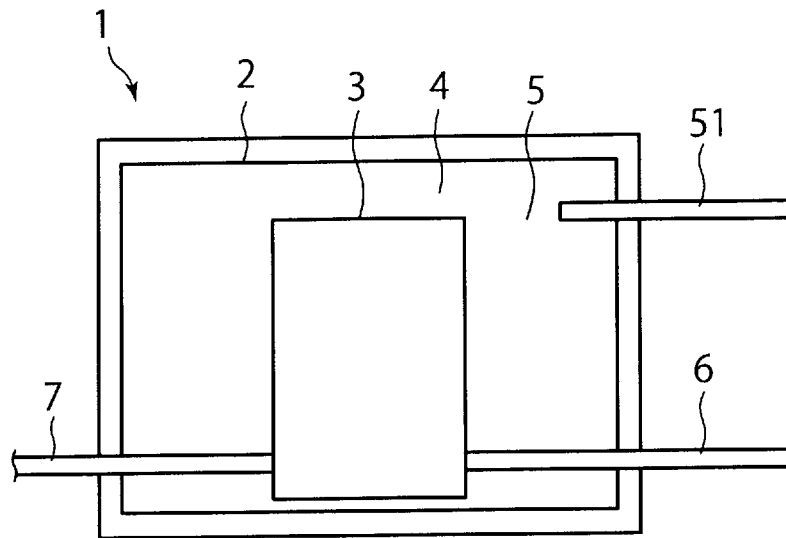
- [請求項1] 固体酸化物形電解セルスタックの収容容器であって、
この容器の内面とこの容器に収容された前記固体酸化物形電解セルスタックとの間の空隙に存在する水素を当該容器内部で酸化させる酸化剤を具備する、固体酸化物形電解セルスタックの収容容器。
- [請求項2] 前記収容容器が、流体状の前記酸化剤を前記空隙に導入する酸化剤供給装置をさらに具備する、請求項1に記載の収容容器。
- [請求項3] 前記酸化剤が、前記空隙内に配置された固体状の酸化剤である、請求項1に記載の収容容器。
- [請求項4] 前記空隙に設置された、水素を燃焼させる燃焼触媒をさらに具備する、請求項2に記載の収容容器。
- [請求項5] 前記固体酸化物形電解セルスタックの温度、前記空隙に存在する水素の濃度、前記空隙に存在する酸素の濃度、前記固体状の可燃性物質の温度、前記燃焼触媒の温度から選ばれるいずれか1つまたは2つ以上をもとに、前記固体酸化物形電解セルスタックからの水素の漏えいの有無および水素の漏えい量のうち少なくともひとつを判定する判定装置をさらに具備する、請求項1～4のいずれか1項に記載の収容容器。
- [請求項6] 前記固体酸化物形電解セルスタックに流入する水の量と、前記固体酸化物形電解セルスタックの流出口から流出する水素の量との、それぞれのデータの演算をもとに、前記固体酸化物形電解セルスタックからの水素の漏えいの有無および水素の漏えい量のうち少なくともひとつを判定する判定装置をさらに具備する、請求項1～5のいずれか1項に記載の収容容器。
- [請求項7] 前記判定装置による判定をもとに、前記固体酸化物形電解セル収容容器の内部に導入される前記可燃性物質の量を調整する制御装置をさらに具備する、請求項5または請求項6に記載の収容容器。
- [請求項8] 水の電気分解によって水素を生成させる固体酸化物形電解セルスタ

ックを含んでなる電解部を具備してなる水素製造システムであって、
前記固体酸化物形電解セルスタックが、請求項１～７のいずれか１
項に記載の収容容器に収容されている、水素製造システム。

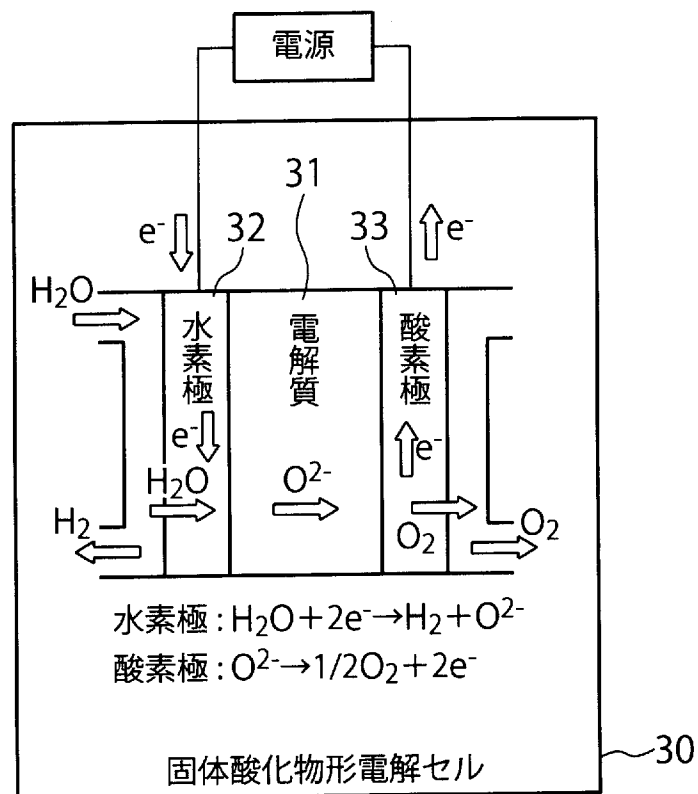
[請求項９] 水の電気分解によって水素を製造する固体酸化物形電解セルスタックを含んでなる電解部と、前記電解部で製造された水素を貯蔵する貯蔵部と、前記貯蔵された水素を燃料として発電を行う発電部とを具備してなる電力貯蔵システムであって、

前記固体酸化物形電解セルスタックが、請求項１～７のいずれか１
項に記載の収容容器に収容されている、電力貯蔵システム。

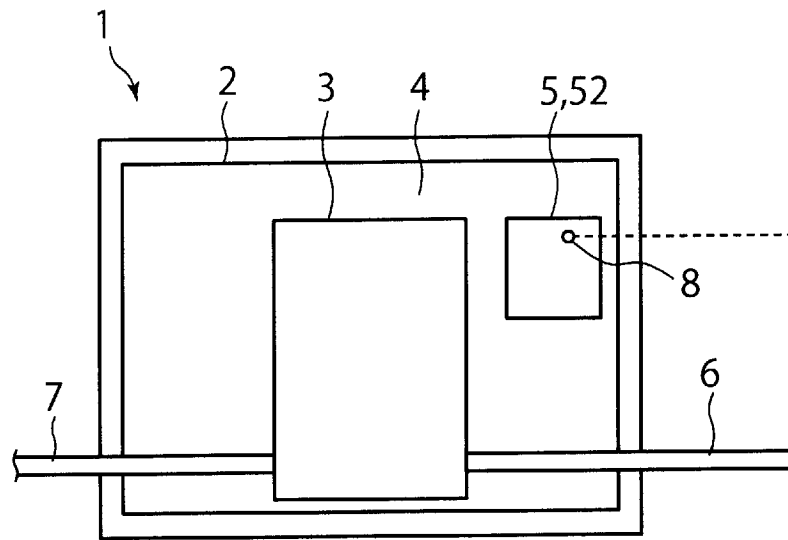
[図1]



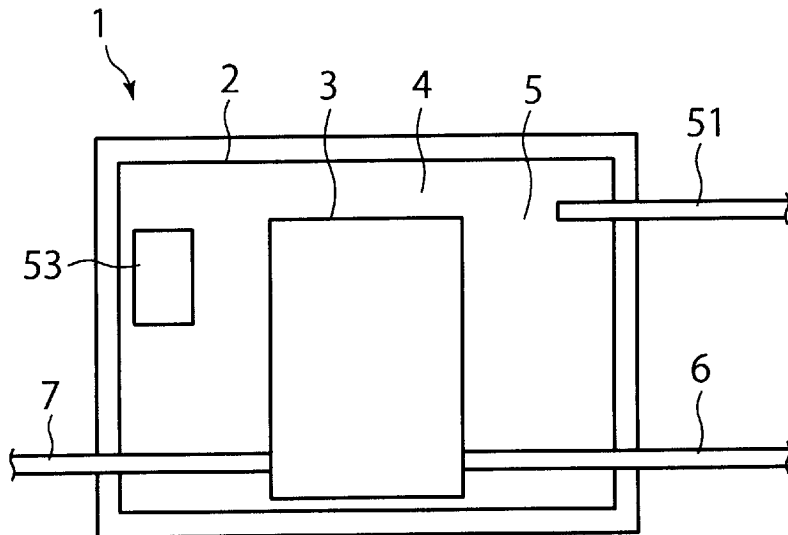
[図2]



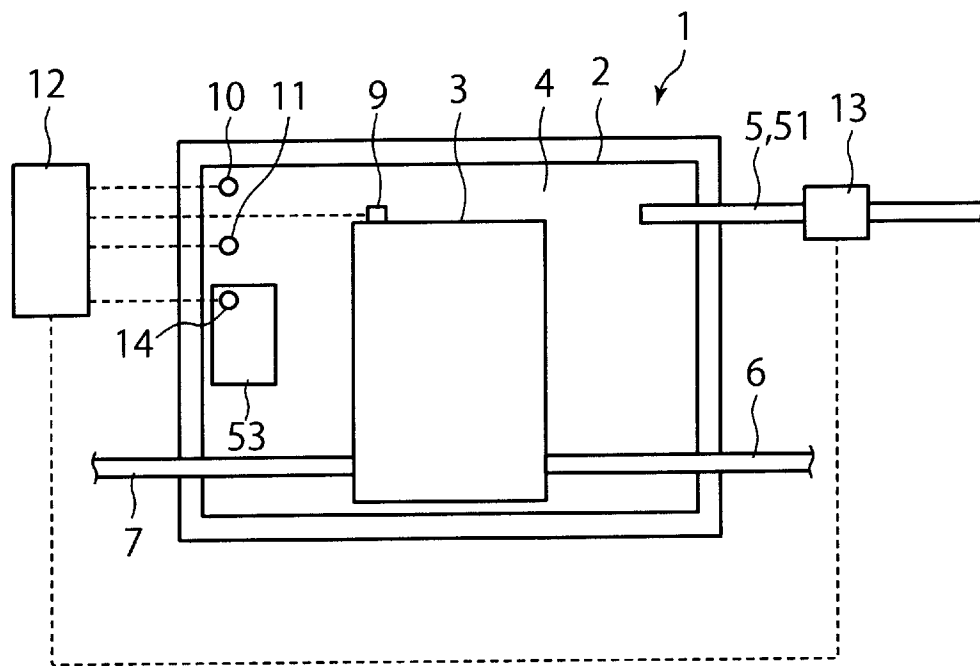
[図3]



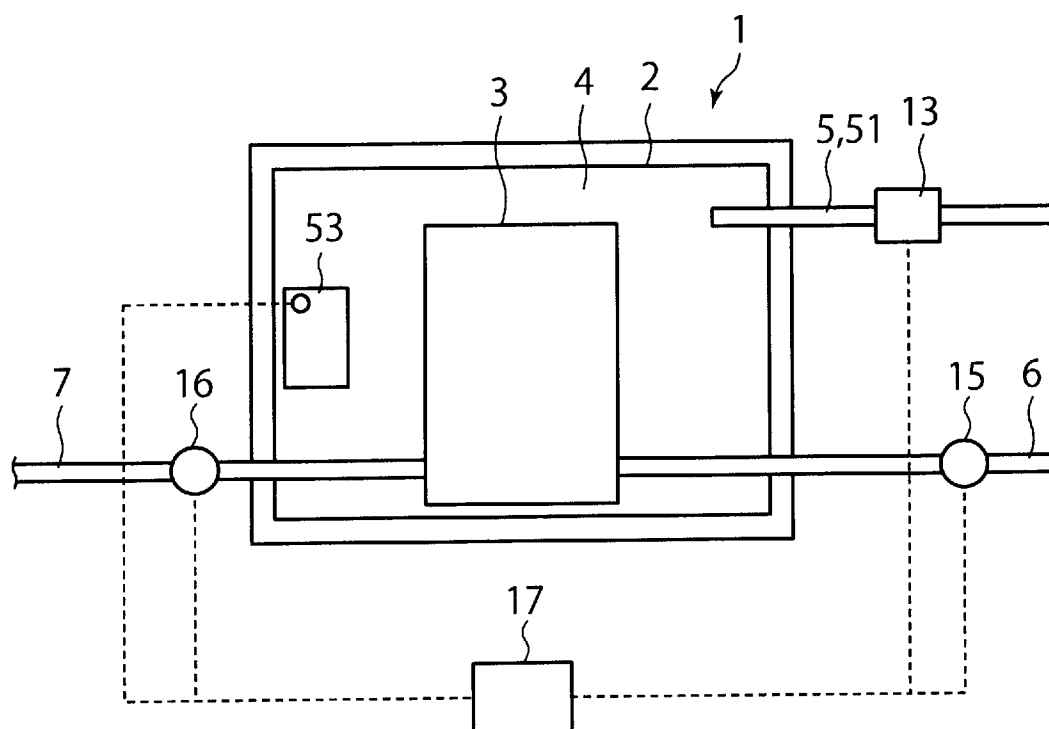
[図4]



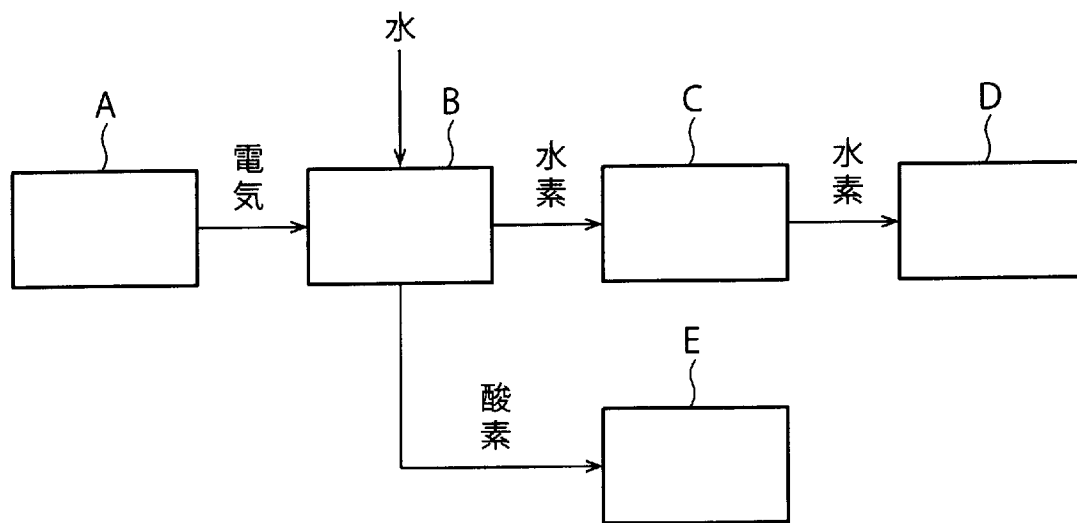
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/057389

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M8/04(2016.01)i, H01M8/12(2016.01)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)

H01M8/04, H01M8/12

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.
Y A	WO 2012/128368 A1 (JX Nippon Oil & Energy Corp.), 27 September 2012 (27.09.2012), paragraphs [0010], [0015], [0021] to [0024], [0040] to [0041]; fig. 1, 3 to 4 (Family: none)	1-5, 7-9 6
Y A	JP 2013-199675 A (Tokyo Gas Co., Ltd.), 03 October 2013 (03.10.2013), paragraphs [0003] to [0005], [0049], [0079], [0082], [0091]; fig. 10 to 11 (Family: none)	1-5, 7-9 6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 May 2016 (11.05.16)

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/JP2016/057389

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-162243 A (Osaka Gas Co., Ltd.), 22 June 2006 (22.06.2006), claim 1; paragraphs [0003] to [0005], [0043], [0046] to [0047]; fig. 1 to 2 (Family: none)	3
Y	JP 2010-232165 A (Toshiba Corp.), 14 October 2010 (14.10.2010), claim 1; paragraphs [0049] to [0050]; fig. 6 & US 2012/0208100 A1 claim 1; paragraphs [0051] to [0052]; fig. 6 & WO 2010/092831 A1 & DE 112010000826 T	9
A	JP 2013-175448 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 05 September 2013 (05.09.2013), paragraphs [0035] to [0038], [0046], [0052] to [0057]; fig. 1 to 3 (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. H01M8/04 (2016.01)i, H01M8/12 (2016.01)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. H01M8/04, H01M8/12

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
Y A	W0 2012/128368 A1 (J X 日鉱日石エネルギー株式会社) 2012. 09. 27, 段落 [0010], [0015], [0021] - [0024], [0040] - [0041]、図 1, 3-4 (ファミリーなし)	1-5, 7-9 6
Y A	JP 2013-199675 A (東京瓦斯株式会社) 2013. 10. 03, 段落 【0003】 - 【0005】, 【0049】, 【0079】, 【0082】, 【0091】、図 10-11 (ファミリーなし)	1-5, 7-9 6

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

11. 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)

清水 康

3 H

3 7 3 2

電話番号 03-3581-1101 内線 3316

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
Y	JP 2006-162243 A (大阪瓦斯株式会社) 2006. 06. 22, 請求項 1、段落【0003】－【0005】、【0043】、【0046】－【0047】、 図 1-2 (ファミリーなし)	3
Y	JP 2010-232165 A (株式会社東芝) 2010. 10. 14, 請求項 1、段落【0049】－【0050】、図 6 & US 2012/0208100 A1, 請求項 1、段落 [0051] － [0052]、図 6 & WO 2010/092831 A1 & DE 112010000826 T	9
A	JP 2013-175448 A (日本特殊陶業株式会社) 2013. 09. 05, 段落【0035】－【0038】、【0046】、【0052】－【0057】、図 1-3 (ファミリーなし)	1-9