

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7637833号
(P7637833)

(45)発行日 令和7年2月28日(2025.2.28)

(24)登録日 令和7年2月19日(2025.2.19)

(51)国際特許分類

F I

C 2 5 B	9/60 (2021.01)	C 2 5 B	9/60
C 2 5 B	1/042(2021.01)	C 2 5 B	1/042
C 2 5 B	3/26 (2021.01)	C 2 5 B	3/26
C 2 5 B	11/032(2021.01)	C 2 5 B	11/032
H 0 1 M	4/86 (2006.01)	H 0 1 M	4/86

U

請求項の数 4 (全15頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2024-560889(P2024-560889)
 (86)(22)出願日 令和5年3月31日(2023.3.31)
 (86)国際出願番号 PCT/JP2023/013506
 審査請求日 令和6年10月16日(2024.10.16)
 早期審査対象出願

(73)特許権者 000004064
 日本碍子株式会社
 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
 (74)代理人 110000202
 弁理士法人新樹グローバル・アイピー
 (72)発明者 寺澤 玄太
 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
 日本碍子株式会社内
 (72)発明者 中村 俊之
 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
 日本碍子株式会社内
 (72)発明者 白鳥 敬司
 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
 日本碍子株式会社内
 (72)発明者 大森 誠

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電気化学セル

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

主面に形成された複数の連通孔を有する金属支持体と、
 前記主面上に配置され、前記主面と対向する対向面を有するセル本体部と、
 前記金属支持体と前記セル本体部の間を封止するガスシール部と、
 を備え、

前記対向面は、前記主面に接合される接合領域と、前記主面に接合されない非接合領域
 とを含み、

前記対向面の平面視において、前記非接合領域は、前記接合領域の外側に位置し、
 前記接合領域は、前記複数の連通孔すべての開口を覆っている、
 電気化学セル。

【請求項2】

主面に形成された複数の連通孔を有する金属支持体と、
 前記主面上に配置され、前記主面と対向する対向面を有するセル本体部と、
 前記金属支持体と前記セル本体部の間を封止するガスシール部と、
 を備え、

前記対向面は、前記主面に接合される接合領域と、前記主面に接合されない非接合領域と
 を含み、

前記対向面の平面視において、前記非接合領域は、前記接合領域の外側に位置し、
 平面視において前記接合領域の外縁は波線状である、

電気化学セル。

【請求項 3】

主面に形成された複数の連通孔を有する金属支持体と、

前記主面上に配置され、前記主面と対向する対向面を有するセル本体部と、

前記金属支持体と前記セル本体部の間を封止するガスシール部と、

を備え、

前記対向面は、前記主面に接合される接合領域と、前記主面に接合されない非接合領域と

を含み、

前記対向面の平面視において、前記非接合領域は、前記接合領域の外側に位置し、

前記対向面の平面視において、前記非接合領域は、前記接合領域を取り囲んでいる、

10

電気化学セル。

【請求項 4】

主面に形成された複数の連通孔を有する金属支持体と、

前記主面上に配置され、前記主面と対向する対向面を有するセル本体部と、

前記金属支持体と前記セル本体部の間を封止するガスシール部と、

を備え、

前記対向面は、前記主面に接合される接合領域と、前記主面に接合されない非接合領域と

を含み、

前記対向面の平面視において、前記非接合領域は、前記接合領域の外側に位置し、

第 1 断面における前記非接合領域の幅は、第 2 断面における前記非接合領域の幅と異なり、

20

前記第 1 及び第 2 断面それぞれは、前記主面の平面視において前記主面の外縁に垂直であり、

前記第 1 及び第 2 断面は、前記主面の外縁に沿った方向において隣接する、

電気化学セル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気化学セルに関する。

【背景技術】

30

【0002】

従来、金属支持体上に配置されたセル本体部を備える電気化学セル（電解セル、燃料電池など）が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

金属支持体は、主面に形成された複数の連通孔を有する。セル本体部は、第 1 電極層と、第 2 電極層と、第 1 電極層と第 2 電極層の間に配置される電解質層とを有する。第 1 電極層は、複数の連通孔を覆っており、その全体が金属支持体の主面に接合されている。電解質層は、第 1 電極層を覆っており、その外縁部が金属支持体の主面に接合されている。電解質層の外縁部は、ガスシール部として機能する。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2020 - 155337 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述した電気化学セルでは、酸化還元サイクル或いは熱サイクルにおける金属支持体及びセル本体部それぞれの体積変化量が異なることに起因して電解質層のガスシール部（外縁部）に応力が発生すると、ガスシール部にクラックや割れが生じてガスシール性が低下してしまう。

50

【 0 0 0 6 】

従来、ガスシール部のクラックや割れを抑制するには、セル本体部を金属支持体に対して強固に固定する必要があると考えられてきた。しかしながら、本発明者らが鋭意検討した結果、セル本体部の外縁部を金属支持体に対して敢えて固定しないことによって、ガスシール部のクラックや割れを抑制できるという新たな知見が得られた。

【 0 0 0 7 】

本発明は、上記新たな知見に基づいてなされたものであり、ガスシール性の低下を抑制可能な電気化学セルを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明の第 1 の側面に係る電気化学セルは、主面に形成された複数の連通孔を有する金属支持体と、前記主面上に配置され、前記主面と対向する対向面を有するセル本体部と、前記金属支持体と前記セル本体部の間を封止するガスシール部とを備える。前記対向面は、前記主面に接合される接合領域と、前記主面に接合されない非接合領域とを含む。前記対向面の平面視において、前記非接合領域は、前記接合領域の外側に位置する。

10

【 0 0 0 9 】

本発明の第 2 の側面に係る電気化学セルは、上記第 1 の側面に係り、前記対向面の平面視において、前記非接合領域は、前記接合領域を取り囲んでいる。

【 0 0 1 0 】

本発明の第 3 の側面に係る電気化学セルは、上記第 1 又は第 2 の側面に係り、前記非接合領域は、前記主面から離れている。

20

【 0 0 1 1 】

本発明の第 4 の側面に係る電気化学セルは、上記第 1 乃至第 3 いずれかの側面に係り、第 1 断面における前記非接合領域の幅は、第 2 断面における前記非接合領域の幅と異なる。前記第 1 及び第 2 断面それぞれは、前記主面の平面視において前記主面の外縁に垂直である。前記第 1 及び第 2 断面は、前記主面の外縁に沿った方向において隣接する。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、ガスシール性の低下を抑制可能な電気化学セルを提供することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】図 1 は、実施形態に係る電解セルの平面図である。

【図 2】図 2 は、図 1 の A - A 断面図である。

【図 3】図 3 は、実施形態に係る対向面の平面図である。

【図 4】図 4 は、図 1 の B - B 断面図である。

【図 5】図 5 は、図 1 の C - C 断面図である。

【図 6】図 6 は、変形例 1 に係る電解セルの断面図である。

【図 7】図 7 は、変形例 3 に係る電解セルの断面図である。

【発明を実施するための形態】

40

【 0 0 1 4 】

(電解セル 1)

図 1 は、実施形態に係る電解セル 1 の平面図である。図 2 は、図 1 の A - A 断面図である。

【 0 0 1 5 】

電解セル 1 は、本発明に係る「電気化学セル」の一例である。電解セル 1 は、いわゆるメタルサポート型の電解セルである。

【 0 0 1 6 】

電解セル 1 は、X 軸方向及び Y 軸方向に広がる板状に形成される。本実施形態において、電解セル 1 は、X 軸方向及び Y 軸方向に垂直な Z 軸方向から平面視した場合、Y 軸方向

50

に延びる長方形に形成される。ただし、電解セル 1 の平面形状は特に限られず、長方形以外の多角形、楕円形、円形などであってもよい。

【0017】

図 2 に示すように、電解セル 1 は、金属支持体 10、セル本体部 20、ガスシール部 30、及び流路部材 40 を備える。

【0018】

[金属支持体 10]

金属支持体 10 は、セル本体部 20 を支持する。金属支持体 10 は、板状に形成される。金属支持体 10 は、平板状であってもよいし、曲板状であってもよい。

【0019】

金属支持体 10 はセル本体部 20 を支持できればよく、その厚みは特に制限されないが、例えば 0.1 mm 以上 2.0 mm 以下とすることができる。

【0020】

図 2 に示すように、金属支持体 10 は、複数の連通孔 11、第 1 主面 12 及び第 2 主面 13 を有する。

【0021】

各連通孔 11 は、第 1 主面 12 から第 2 主面 13 まで金属支持体 10 を貫通する。各連通孔 11 は、第 1 主面 12 及び第 2 主面 13 それぞれに開口する。本実施形態において、各連通孔 11 の第 1 主面 12 側の開口は、後述するガス拡散層 5 によって覆われている。各連通孔 11 の第 2 主面 13 側の開口は、後述する流路 30a に繋がっている。

【0022】

各連通孔 11 は、機械加工（例えば、パンチング加工）、レーザ加工、或いは、化学加工（例えば、エッチング加工）などによって形成することができる。

【0023】

本実施形態において、各連通孔 11 は、Z 軸方向に沿って直線状に形成される。ただし、各連通孔 11 は、Z 軸方向に対して傾斜していてもよいし、直線状でなくてもよい。また、連通孔 11 どうしが互いに連なってもよい。

【0024】

第 1 主面 12 は、本発明に係る「主面」の一例である。第 1 主面 12 は、第 2 主面 13 の反対側に設けられる。第 1 主面 12 には、セル本体部 20 が配置される。第 2 主面 13 には、流路部材 40 が接合される。

【0025】

金属支持体 10 は、金属材料によって構成される。例えば、金属支持体 10 は、Cr（クロム）を含有する合金材料によって構成される。このような金属材料としては、Fe-Cr 系合金鋼（ステンレス鋼など）や Ni-Cr 系合金鋼などが挙げられる。金属支持体 10 における Cr の含有率は特に制限されないが、4 質量% 以上 30 質量% 以下とすることができる。

【0026】

金属支持体 10 は、Ti（チタン）や Zr（ジルコニウム）を含有していてもよい。金属支持体 10 における Ti の含有率は特に制限されないが、0.01 mol% 以上 1.0 mol% 以下とすることができる。金属支持体 10 における Al の含有率は特に制限されないが、0.01 mol% 以上 0.4 mol% 以下とすることができる。金属支持体 10 は、Ti を TiO₂（チタニア）として含有していてもよいし、Zr を ZrO₂（ジルコニア）として含有していてもよい。

【0027】

金属支持体 10 は、金属支持体 10 の構成元素が酸化することによって形成される酸化皮膜を表面に有していてもよい。酸化膜としては、例えば酸化クロム膜が代表的である。酸化クロム膜は、金属支持体 10 の表面の少なくとも一部を覆う。また、酸化クロム膜は、各連通孔 11 の内壁面の少なくとも一部を覆っていてもよい。

【0028】

10

20

30

40

50

〔セル本体部 20〕

セル本体部 20 は、金属支持体 10 上に配置される。セル本体部 20 は、金属支持体 10 によって支持される。

【0029】

対向面 21 の構成

図 2 に示すように、セル本体部 20 は、対向面 21 を有する。対向面 21 は、厚み方向において金属支持体 10 の第 1 主面 12 と対向する。厚み方向とは、金属支持体 10 の第 1 主面 12 に平行な面方向に対して垂直な方向である。面方向は、Z 軸方向に沿った金属支持体 10 の断面において、最小二乗法により求められる第 1 主面 12 の近似直線によって規定される。

10

【0030】

本明細書において、2つの面が対向するとは、2つの面の間に他の部材が介在しておらず、かつ、2つの面が互いに向かい合わせに位置していることを意味し、2つの面が接合されているか否かや、2つの面が平行であるか否かには関わらない概念である。

【0031】

図 2 に示すように、対向面 21 は、接合領域 21 a と非接合領域 21 b とを含む。接合領域 21 a は、対向面 21 のうち金属支持体 10 の第 1 主面 12 に接合されている領域である。非接合領域 21 b は、対向面 21 のうち金属支持体 10 の第 1 主面 12 に接合されていない領域である。本明細書において、2つの面が接合されているとは、2つの面が直接的に接触し、かつ、2つの面の間に結合力が存在することを意味する。また、2つの面が接合されていないとは、2つの面の間に結合力が存在しないことを意味し、2つの面が直接的に接触しているか否かに関わらない概念である。

20

【0032】

ここで、図 3 は、対向面 21 の平面図である。図 3 に示すように、対向面 21 の平面視において、非接合領域 21 b は、接合領域 21 a の外側に位置する。これによって、セル本体部 20 の外縁部のうち少なくとも一部を金属支持体 10 に拘束されない状態にすることができる。従来、ガスシール部 30 のクラックや割れを抑制するには、セル本体部 20 を金属支持体 10 に対して強固に固定する必要があると考えられてきた。しかしながら、本発明者らは、セル本体部 20 の外縁部を金属支持体 10 に対して敢えて固定しないことによってガスシール部 30 のクラックや割れを抑制できるという新たな知見を得た。具体的には次の通りである。

30

【0033】

酸化還元サイクルや熱サイクルによって、金属支持体 10 及びセル本体部 20 それぞれに体積変化が生じる場合がある。この際、金属支持体 10 の体積変化量とセル本体部 20 の体積変化量とが異なることに起因してガスシール部 30 に応力が発生するが、セル本体部 20 のうち金属支持体 10 に拘束されていない部位が面方向に変形可能であるため、当該部位においてガスシール部 30 の応力を吸収することができる。その結果、ガスシール部 30 のクラックや割れを抑制できるため、電解セル 1 のガスシール性が低下してしまうことを抑制できる。

【0034】

なお、本実施形態において、接合領域 21 a は、金属支持体 10 に形成された連通孔 11 の全てを覆っているが、金属支持体 10 に形成された連通孔 11 の一部は、接合領域 21 a によって覆われていなくてもよい。従って、金属支持体 10 に形成された連通孔 11 の一部は、非接合領域 21 b に向かって開口していてもよい。

40

【0035】

図 3 に示すように、対向面 21 の平面視において、非接合領域 21 b は、接合領域 21 a を取り囲んでいることが好ましい。すなわち、非接合領域 21 b は、環状に形成されていることが好ましい。これによって、セル本体部 20 の外縁部全体を金属支持体 10 に拘束されない状態にすることができる。そのため、いかなる向きの応力がガスシール部 30 に発生したとしても、ガスシール部 30 の応力を確実に吸収することができる。従って、

50

ガスシール部 30 のクラックや割れをより抑制することができる。

【0036】

図 2 に示すように、非接合領域 21 b は、金属支持体 10 の第 1 主面 12 から離れていることが好ましい。すなわち、非接合領域 21 b は、金属支持体 10 の第 1 主面 12 と直接的に接触していないことが好ましい。これによって、図 2 に示すように、非接合領域 21 b と第 1 主面 12 の間に空間 T1 が設けられるため、セル本体部 20 のうち金属支持体 10 に拘束されていない部位が厚み方向にも変形可能となる。従って、ガスシール部 30 の応力をより吸収しやすくなるため、ガスシール部 30 のクラックや割れをより抑制することができる。

【0037】

図 4 は、図 1 の B - B 断面図である。図 5 は、図 1 の C - C 断面図である。図 4 には、電解セル 1 の第 1 断面が図示され、図 5 には、電解セル 1 の第 2 断面が図示されている。第 1 及び第 2 断面それぞれは、金属支持体 10 の第 1 主面 12 の平面視において、第 1 主面 12 の外縁 12 a に対して垂直な断面である。また、第 1 及び第 2 断面は、第 1 主面 12 の外縁 12 a に沿った方向において隣接する断面である。本明細書において、2 つの断面が隣接しているとは、第 1 主面 12 の外縁 12 a に沿った方向において、2 つの断面の間隔が 0 mm 超 5 mm 以下であることを意味する。

【0038】

第 1 断面（図 4）における非接合領域 21 b の幅 W1 は、第 2 断面（図 5）における非接合領域 21 b の幅 W2 と異なる。このことは、接合領域 21 a の外縁とガスシール部 30 との間隔が変化していることを意味する。これによって、接合領域 21 a の外縁にかかる応力を面方向において分散させることができるため、接合領域 21 a が第 1 主面 12 から剥離することを抑制できる。

【0039】

なお、非接合領域 21 b の幅 W1, W2 それぞれは、面方向における非接合領域 21 b のサイズである。幅 W1 が幅 W2 と異なるという関係は、如何なる位置で第 1 及び第 2 断面を観察しようとも成立していることが好ましいが、当該関係が成立する領域が 1 カ所でもあればよい。

【0040】

セル本体部 20 の構成

図 2 に示すように、セル本体部 20 は、ガス拡散層 5、水素極層 6（カソード）、電解質層 7、反応防止層 8、及び酸素極層 9（アノード）を有する。

【0041】

ガス拡散層 5、水素極層 6、電解質層 7、反応防止層 8、及び酸素極層 9 は、Z 軸方向において、この順で金属支持体 10 側から積層されている。水素極層 6、電解質層 7、及び酸素極層 9 は必須の構成であり、ガス拡散層 5 及び反応防止層 8 は任意の構成である。

【0042】

[ガス拡散層 5]

ガス拡散層 5 は、金属支持体 10 の第 1 主面 12 上に形成される。ガス拡散層 5 は、金属支持体 10 と水素極層 6 の間に介挿されている。ガス拡散層 5 の一部は、金属支持体 10 の各連通孔 11 の内側に入り込んでいてもよい。

【0043】

本実施形態において、ガス拡散層 5 は、上述した接合領域 21 a を有している。すなわち、接合領域 21 a は、ガス拡散層 5 の表面のうち金属支持体 10 の第 1 主面 12 と対向する領域である。

【0044】

ガス拡散層 5 は、ガス拡散性及び導電性を有する多孔体である。ガス拡散層 5 は、各連通孔 11 から供給される原料ガスを水素極層 6 に供給するとともに、水素極層 6 において生成される生成ガスを各連通孔 11 に排出する。

【0045】

10

20

30

40

50

ガス拡散層 5 は、導電性材料を含む。導電性材料としては、Ni (ニッケル)、Fe (鉄) などの金属材料や、導電性セラミック材料を用いることができる。

【0046】

ガス拡散層 5 は、導電性材料を支持する基材を含んでいてもよい。基材は、絶縁性であってもよい。基材としては、YSZ、CSZ、ScSZ、GDC、SDC、(La, Sr)(Cr, Mn)O₃、(La, Sr)TiO₃、Sr₂(Fe, Mo)₂O₆、(La, Sr)VO₃、(La, Sr)FeO₃、LDC (ランタンドープセリア)、LSGM (ランタンガレート) 及びこれらのうち 2 つ以上を組み合わせた混合材料などを用いることができる。

【0047】

ガス拡散層 5 は、金属支持体 10 に含まれている金属元素を含んでいてもよい。これによって、ガス拡散層 5 と金属支持体 10 の密着性が向上するため好ましい。なお、上述した導電性材料は、金属支持体 10 に含まれる金属元素とは異なる。よって、ガス拡散層 5 に含まれる導電性材料は、金属支持体 10 には含まれていなくてよい。

【0048】

ガス拡散層 5 の気孔率は特に制限されないが、例えば 20% 以上 40% 以下とすることができる。

【0049】

ガス拡散層 5 の気孔率は、次の手法により算出される。まず、Z 軸方向に沿ったガス拡散層 5 の断面を露出させる。次に、SEM 装置 (日本電子株式会社製、FE-SEM JSM-7900F) を用いて、ガス拡散層 5 の断面の反射電子像を 10000 倍で取得する。次に、MEDIALCYBERNETICS 社製の画像解析ソフト Image-Pro を用いて、反射電子像において黒色で表示された部分 (気孔に相当) を特定する。そして、ガス拡散層 5 の反射電子像の全面積で気孔の合計面積を割ることによって、ガス拡散層 5 の気孔率が算出される。

【0050】

ガス拡散層 5 の厚みは特に制限されないが、例えば 1 μm 以上 50 μm 以下とすることができる。

【0051】

ガス拡散層 5 の形成方法は特に制限されず、焼成法、スプレーコーティング法 (溶射法、エアロゾルデポジション法、エアロゾルガスデポジション法、パウダージェットデポジション法、パーティクルジェットデポジション法、コールドスプレー法など)、PVD 法 (スパッタリング法、パルスレーザーデポジション法など)、CVD 法などを用いることができる。

【0052】

[水素極層 6]

水素極層 6 は、本発明に係る「第 1 電極層」の一例である。水素極層 6 は、ガス拡散層 5 上に形成される。水素極層 6 は、ガス拡散層 5 及び電解質層 7 の間に配置される。

【0053】

本実施形態において、水素極層 6 は、上述した非接合領域 21b を有している。すなわち、非接合領域 21b は、水素極層 6 の表面のうち金属支持体 10 の第 1 主面 12 と対向する領域である。

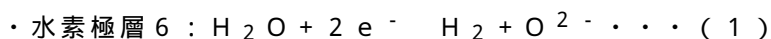
【0054】

水素極層 6 には、ガス拡散層 5 を介して各連通孔 11 から原料ガスが供給される。原料ガスは、少なくとも H₂O を含む。

【0055】

原料ガスが H₂O のみを含む場合、水素極層 6 は、下記 (1) 式に示す水電解の電気化学反応に従って、原料ガスから H₂ を生成する。

【0056】



10

20

30

40

50

【 0 0 5 7 】

原料ガスが H_2O に加えて CO_2 を含む場合、水素極層 6 は、下記 (2)、(3)、(4) 式に示す共電解の電気化学反応に従って、原料ガスから H_2 、 CO 及び O^{2-} を生成する。

【 0 0 5 8 】

・水素極層 6 : $CO_2 + H_2O + 4e^- \rightarrow CO + H_2 + 2O^{2-} \dots (2)$

・ H_2O の電気化学反応 : $H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + O^{2-} \dots (3)$

・ CO_2 の電気化学反応 : $CO_2 + 2e^- \rightarrow CO + O^{2-} \dots (4)$

【 0 0 5 9 】

水素極層 6 は、ガス拡散性及び導電性を有する多孔体である。水素極層 6 には、ガス拡散層 5 から原料ガスが供給される。水素極層 6 において生成された生成ガスは、ガス拡散層 5 側に排出される。

10

【 0 0 6 0 】

水素極層 6 は、導電性材料を含む。導電性材料としては、 Ni (ニッケル)、 Fe (鉄) などの金属材料や、導電性セラミックス材料などを用いることができる。共電解の場合、 Ni は、生成される H_2 と原料ガスに含まれる CO_2 との熱的反応を促進してメタネーションや逆水性ガスシフト反応などに適切なガス組成を維持する熱触媒としても機能する。

【 0 0 6 1 】

導電性材料は、酸化雰囲気において酸化物の状態 (例えば、 NiO) で存在し、還元雰囲気において金属の状態 (例えば、 Ni) で存在する。本実施形態では、電解セル 1 が還元雰囲気に曝されている場合が想定されている。

20

【 0 0 6 2 】

水素極層 6 は、酸化物イオン伝導性材料を含む。酸化物イオン伝導性材料としては、 YSZ 、 CSZ 、 $ScSZ$ 、 GDC 、 SDC 、 $(La, Sr)(Cr, Mn)O_3$ 、 $(La, Sr)TiO_3$ 、 $Sr_2(Fe, Mo)_2O_6$ 、 $(La, Sr)VO_3$ 、 $(La, Sr)FeO_3$ 、 LDC 、 $LSGM$ 及びこれらのうち 2 つ以上を組み合わせた混合材料などを用いることができる。

【 0 0 6 3 】

本実施形態において、水素極層 6 は、単一組成によって構成される単層構造であるが、異種組成によって構成される多層構造であってもよい。

30

【 0 0 6 4 】

水素極層 6 の気孔率は特に制限されないが、例えば 20% 以上 40% 以下とすることができる。水素極層 6 の気孔率は、上述したガス拡散層 5 の気孔率と同様、水素極層 6 の反射電子像の全面積で気孔の合計面積を割ることによって算出される。

【 0 0 6 5 】

水素極層 6 の厚みは特に制限されないが、例えば $1 \mu m$ 以上 $500 \mu m$ 以下とすることができる。

【 0 0 6 6 】

水素極層 6 の形成方法は特に制限されず、焼成法、スプレーコーティング法、 PVD 法、 CVD 法などを用いることができる。

40

【 0 0 6 7 】

なお、図 2 に示したように、水素極層 6 の非接合領域 21b と金属支持体 10 の第 1 主面 12 の間に空間 T1 を形成する場合には、口の字状の造孔材でガス拡散層 5 の成形体を取り囲んだ状態で水素極層 6 の成形体を形成すればよい。

【 0 0 6 8 】

[電解質層 7]

電解質層 7 は、水素極層 6 及び酸素極層 9 の間に配置される。本実施形態では、電解質層 7 及び酸素極層 9 の間に反応防止層 8 が配置されているので、電解質層 7 は、水素極層 6 及び反応防止層 8 の間に挟まれている。

【 0 0 6 9 】

50

電解質層 7 は、水素極層 6 を覆うとともに、金属支持体 10 の第 1 主面 12 のうちガス拡散層 5 から露出する領域を覆う。

【0070】

電解質層 7 は、水素極層 6 において生成された O^{2-} を酸素極層 9 側に伝達させる。電解質層 7 は、酸化物イオン伝導性を有する緻密質材料によって構成される。電解質層 7 は、例えば、YSZ（イットリア安定化ジルコニア、例えば 8YSZ）、GDC（ガドリニウムドープセリア）、ScSZ（スカンジウム安定化ジルコニア）、SDC（サマリウム固溶セリア）、LSGM（ランタンガレート）などによって構成することができる。

【0071】

電解質層 7 の気孔率は特に制限されないが、例えば 0.1% 以上 7% 以下とすることができる。電解質層 7 の厚みは特に制限されないが、例えば 1 μm 以上 100 μm 以下とすることができる。

10

【0072】

電解質層 7 の形成方法は特に制限されず、焼成法、スプレーコーティング法、PVD 法、CVD 法などを用いることができる。

【0073】

[反応防止層 8]

反応防止層 8 は、電解質層 7 及び酸素極層 9 の間に配置される。反応防止層 8 は、電解質層 7 を基準として水素極層 6 の反対側に配置される。反応防止層 8 は、電解質層 7 の構成元素が酸素極層 9 の構成元素と反応して電気抵抗の大きい層が形成されることを抑制する。

20

【0074】

反応防止層 8 は、酸化物イオン伝導性材料によって構成される。反応防止層 8 は、GDC、SDC などによって構成することができる。

【0075】

反応防止層 8 の気孔率は特に制限されないが、例えば 0.1% 以上 50% 以下とすることができる。反応防止層 8 の厚みは特に制限されないが、例えば 1 μm 以上 50 μm 以下とすることができる。

【0076】

反応防止層 8 の形成方法は特に制限されず、焼成法、スプレーコーティング法、PVD 法、CVD 法などを用いることができる。

30

【0077】

[酸素極層 9]

酸素極層 9 は、本発明に係る「第 2 電極層」の一例である。酸素極層 9 は、電解質層 7 を基準として水素極層 6 の反対側に配置される。本実施形態では、電解質層 7 及び酸素極層 9 の間に反応防止層 8 が配置されているので、酸素極層 9 は反応防止層 8 に接続される。電解質層 7 及び酸素極層 9 の間に反応防止層 8 が配置されない場合、酸素極層 9 は電解質層 7 に接続される。

【0078】

酸素極層 9 は、下記(5)式の化学反応に従って、水素極層 6 から電解質層 7 を介して伝達される O^{2-} から O_2 を生成する。

40

【0079】



【0080】

酸素極層 9 は、酸化物イオン伝導性及び導電性を有する多孔体である。酸素極層 9 は、例えば (La, Sr)(Co, Fe)O₃、(La, Sr)FeO₃、La(Ni, Fe)O₃、(La, Sr)CoO₃、及び (Sm, Sr)CoO₃ のうち 1 つ以上と酸化物イオン伝導性材料 (GDC など) との複合材料によって構成することができる。

【0081】

酸素極層 9 の気孔率は特に制限されないが、例えば 20% 以上 60% 以下とすることができる

50

できる。酸素極層 9 の厚みは特に制限されないが、例えば $1\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下とすることができる。

【0082】

酸素極層 9 の形成方法は特に制限されず、焼成法、スプレーコーティング法、PVD法、CVD法などを用いることができる。

【0083】

[ガスシール部 30]

ガスシール部 30 は、金属支持体 10 とセル本体部 20 の間を封止する。ガスシール部 30 は、水素極層 6 側のガスを酸素極層 9 側のガスから分離する。ガスシール部 30 は、セル本体部 20 の外周を取り囲む。ガスシール部 30 は、金属支持体 10 の第 1 主面 12 とセル本体部 20 の電解質層 7 とに接続される。

10

【0084】

ガスシール部 30 は、ガス非透過性を有する緻密質材料によって構成される。ガスシール部 30 は、例えば、結晶化ガラス、非晶質ガラス、スピネル酸化物、ろう材、或いは、電解質層 7 の構成材料などによって構成することができる。結晶化ガラスとは、全体積に対する「結晶相が占める体積」の割合（結晶化度）が 60% 以上であり、全体積に対する「非晶質相及び不純物が占める体積」の割合が 40% 未満のガラスである。このような結晶化ガラスとしては、例えば、 $\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3$ 系、 $\text{SiO}_2 - \text{CaO}$ 系、又は $\text{SiO}_2 - \text{MgO}$ 系が挙げられる。

【0085】

なお、ガスシール部 30 を電解質層 7 の構成材料によって構成する場合、ガスシール部 30 は、電解質層 7 と実質的に一体であってもよい。

20

【0086】

[流路部材 40]

流路部材 40 は、金属支持体 10 の第 2 主面 13 に接合される。流路部材 40 は、金属支持体 10 との間に流路 30a を形成する。流路 30a には、原料ガスが供給される。流路 30a に供給された原料ガスは、金属支持体 10 の各連通孔 11 を介して、セル本体部 20 の水素極層 6 に供給される。

【0087】

流路部材 40 は、例えば、合金材料によって構成することができる。流路部材 40 は、金属支持体 10 と同様の材料によって形成されていてもよい。この場合、流路部材 40 は、金属支持体 10 と実質的に一体であってもよい。

30

【0088】

流路部材 40 は、枠体 41 及びインターコネクタ 42 を有する。枠体 41 は、流路 30a の側方を取り囲む環状部材である。枠体 41 は、金属支持体 10 の第 2 主面 13 に接合される。インターコネクタ 42 は、外部電源又は他の電解セルを電解セル 1 と電気的に直列に接続するための板状部材である。インターコネクタ 42 は、枠体 41 に接合される。

【0089】

本実施形態では、枠体 41 とインターコネクタ 42 が別部材となっているが、枠体 41 とインターコネクタ 42 は一体の部材であってもよい。

40

【0090】

(実施形態の変形例)

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない限りにおいて種々の変更が可能である。

【0091】

[変形例 1]

上記実施形態では、ガス拡散層 5 の表面のうち金属支持体 10 の第 1 主面 12 と対向する領域が接合領域 21a であることとしたが、これに限られない。例えば、図 6 に示すように、セル本体部 20 がガス拡散層 5 を有していない場合には、水素極層 6 の表面のうち金属支持体 10 の第 1 主面 12 と対向する領域が、接合領域 21a 及び非接合領域 21b

50

の両方を含んでいてもよい。

【 0 0 9 2 】

[変形例 2]

上記実施形態では、非接合領域 2 1 b と第 1 主面 1 2 の間に空間 T 1 が設けられることとしたが、これに限られない。例えば、図 6 に示すように、非接合領域 2 1 b と第 1 主面 1 2 が直接的に接触している場合には、空間 T 1 は存在しなくてもよい。

【 0 0 9 3 】

[変形例 3]

上記実施形態では、水素極層 6 の表面のうち金属支持体 1 0 の第 1 主面 1 2 と対向する領域の全体が非接合領域 2 1 b であることとしたが、これに限られない。例えば、図 7 に示すように、ガスシール部 3 0 の一部が金属支持体 1 0 とセル本体部 2 0 の隙間に入り込んでいる場合には、水素極層 6 の表面のうち金属支持体 1 0 の第 1 主面 1 2 と対向する領域の一部のみが非接合領域 2 1 b となる。

10

【 0 0 9 4 】

[変形例 4]

上記実施形態において、金属支持体 1 0 の各連通孔 1 1 の第 1 主面 1 2 側の開口は、ガス拡散層 5 によって覆われることとしたが、これに限られない。ガス拡散層 5 は、各連通孔 1 1 の第 1 主面 1 2 側の開口を覆っていないとしてもよい。この場合、ガス拡散層 5 には各連通孔 1 1 に連なる貫通孔が形成されるので、当該貫通孔を介してより効率的なガスの給排を行うことができる。

20

【 0 0 9 5 】

[変形例 5]

上記実施形態において、水素極層 6 はカソードとして機能し、酸素極層 9 はアノードとして機能することとしたが、水素極層 6 と酸素極層 9 の配置は逆であってもよい。

【 0 0 9 6 】

[変形例 6]

上記実施形態では、電気化学セルの一例として電解セル 1 について説明したが、電気化学セルは電解セルに限られない。電気化学セルとは、電気エネルギーを化学エネルギーに変えるため、全体的な酸化還元反応から起電力が生じるように一对の電極が配置された素子と、化学エネルギーを電気エネルギーに変えるための素子との総称である。従って、電気化学セルには、例えば、酸化物イオン或いはプロトンキャリアとする燃料電池が含まれる。

30

【 符号の説明 】

【 0 0 9 7 】

- 1 電解セル
- 1 0 金属支持体
- 1 1 連通孔
- 1 2 第 1 主面
- 1 2 a 第 1 主面の外縁
- 1 3 第 2 主面
- 2 0 セル本体部
- 2 1 対向面
- 2 1 a 接合領域
- 2 1 b 非接合領域
- T 1 空間
- 5 ガス拡散層
- 6 水素極層
- 7 電解質層
- 8 反応防止層
- 9 酸素極層

40

50

- 30 ガスシール部
- 40 流路部材
- 40 a 流路

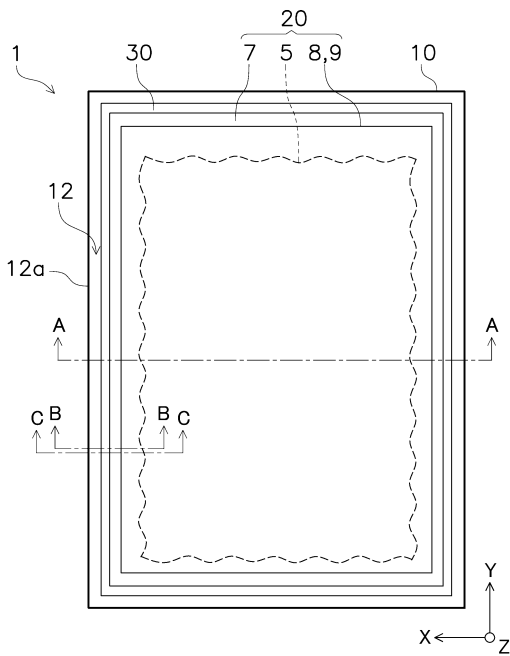
【要約】

電解セル(1)は、金属支持体(10)と、セル本体部(20)と、ガスシール部(30)とを備える。セル本体部(20)は、金属支持体(10)の第1主面(12)上に配置される。セル本体部(20)は、第1主面(12)と対向する対向面(21)を有する。対向面(21)は、第1主面(12)に接合される接合領域(21a)と、第1主面(12)に接合されない非接合領域(21b)とを含む。対向面(21)の平面視において、非接合領域(21b)は、接合領域(21a)の外側に位置する。

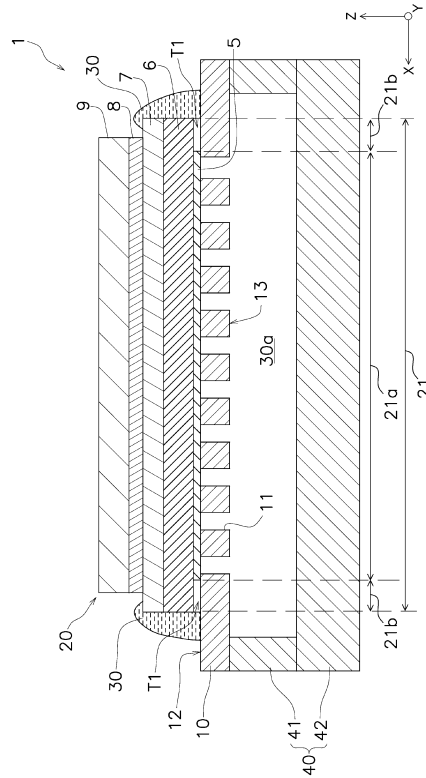
10

【図面】

【図1】



【図2】



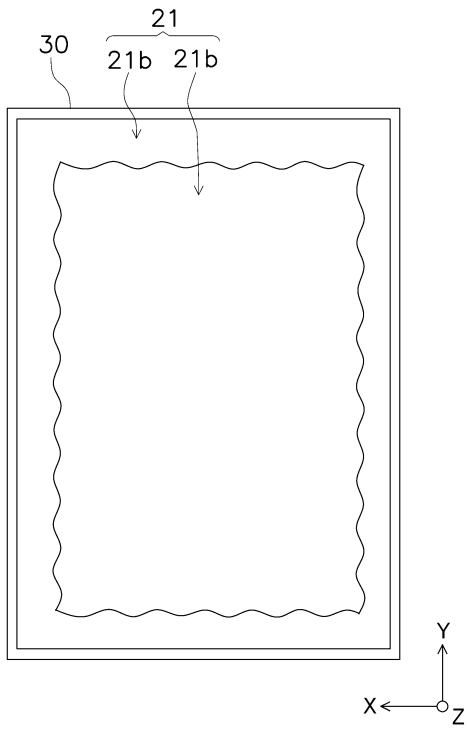
20

30

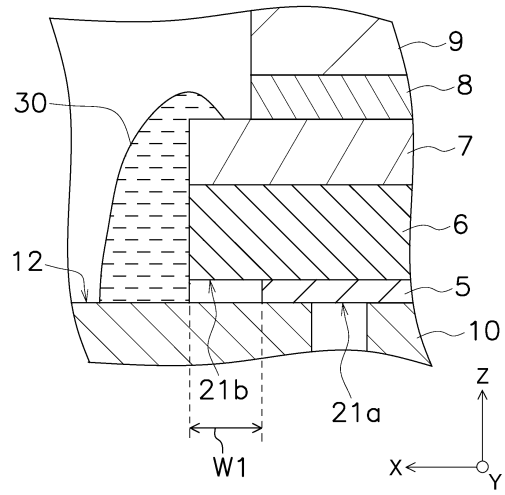
40

50

【図3】



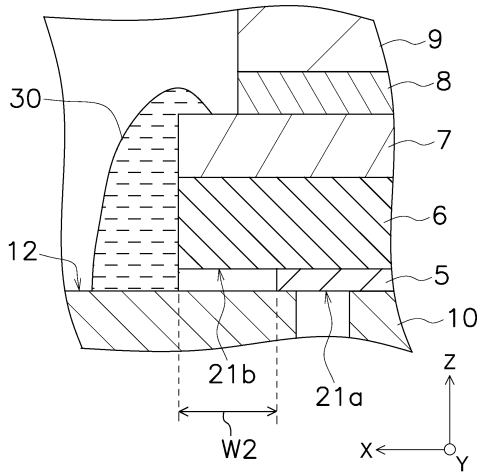
【図4】



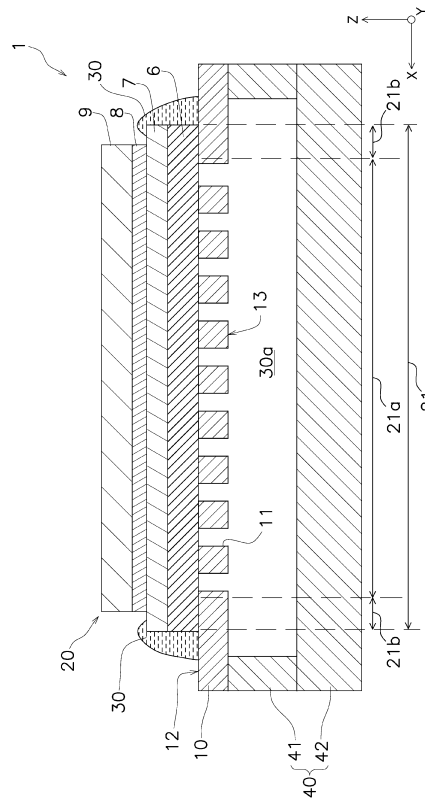
10

20

【図5】



【図6】

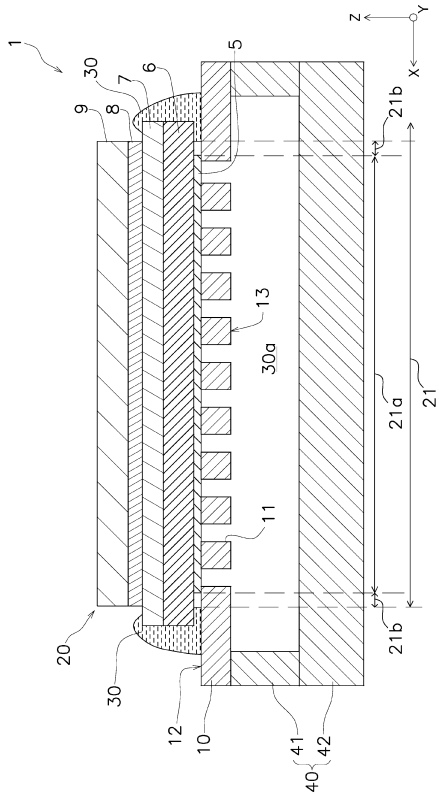


30

40

50

【図 7】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

<i>H 0 1 M</i>	<i>8/0271(2016.01)</i>	H 0 1 M	8/0271		
<i>H 0 1 M</i>	<i>8/1226(2016.01)</i>	H 0 1 M	8/1226		
<i>H 0 1 M</i>	<i>8/12 (2016.01)</i>	H 0 1 M	8/12	1 0 1	
		H 0 1 M	8/12	1 0 2 A	

愛知県名古屋市長区瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内

審査官 松浦 裕介

(56)参考文献

特開 2 0 2 0 - 1 4 0 9 2 4 (J P , A)
 特開 2 0 2 3 - 0 0 3 6 2 2 (J P , A)
 特開 2 0 1 6 - 2 0 1 2 8 3 (J P , A)
 米国特許出願公開第 2 0 0 9 / 0 1 2 3 7 8 4 (U S , A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

C 2 5 B 1 / 0 0 - 9 / 7 7
 C 2 5 B 1 1 / 0 0 - 1 1 / 0 9 7
 C 2 5 B 1 3 / 0 0 - 1 5 / 0 8
 H 0 1 M 4 / 8 6 - 4 / 9 8
 H 0 1 M 8 / 0 0 - 8 / 0 2 9 7
 H 0 1 M 8 / 0 8 - 8 / 2 4 9 5