

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7657379号
(P7657379)

(45)発行日 令和7年4月4日(2025.4.4)

(24)登録日 令和7年3月27日(2025.3.27)

(51)国際特許分類	F I
C 2 5 B 9/60 (2021.01)	C 2 5 B 9/60
H 0 1 M 8/02 (2016.01)	H 0 1 M 8/02
C 2 5 B 1/042(2021.01)	C 2 5 B 1/042
C 2 5 B 1/23 (2021.01)	C 2 5 B 1/23
C 2 5 B 9/00 (2021.01)	C 2 5 B 9/00
	A
請求項の数 10 (全14頁) 最終頁に続く	

(21)出願番号 特願2024-545239(P2024-545239)	(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
(86)(22)出願日 令和6年3月19日(2024.3.19)	(74)代理人 110000202 弁理士法人新樹グローバル・アイピー
(86)国際出願番号 PCT/JP2024/010741	(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
審査請求日 令和6年7月30日(2024.7.30)	(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
早期審査対象出願	(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るセル本体部と、
を備え、
前記複数の連通孔それぞれは、前記金属支持体を厚み方向に貫通する孔であり、
前記セル本体部は、
前記主面上に配置されるガス拡散層と、
前記ガス拡散層上に配置される第1電極層と、
第2電極層と、
前記第1電極層と前記第2電極層の間に配置される電解質層と、
を有し、
前記ガス拡散層は、前記金属支持体と前記第1電極層の隙間に挟まれた本体部と、前記
本体部から前記連通孔に突出する突出部を有し、
前記突出部は、前記連通孔の内周面の一部を覆っている、
電気化学セル。

【請求項2】

前記突出部は、厚み方向において前記本体部から離れる向きにテーパ状に形成されて
いる、
請求項1に記載の電気化学セル。

【請求項 3】

前記突出部は、前記第 1 電極層の金属支持体側表面の一部を覆っている、
請求項 1 又は 2 に記載の電気化学セル。

【請求項 4】

前記突出部は、厚み方向に垂直な面方向において前記本体部から離れる向きにテーパ状に形成されている、
請求項 3 に記載の電気化学セル。

【請求項 5】

前記突出部は、前記連通孔と前記ガス拡散層を厚み方向に貫通する貫通孔とのそれぞれに露出する露出面を有し、

10

前記露出面は湾曲している、
請求項 3 に記載の電気化学セル。

【請求項 6】

前記本体部の厚み方向における厚みに対する、前記連通孔の内周面のうち前記突出部によって覆われた領域の前記厚み方向における被覆幅の比は、10 以上である、
請求項 1 に記載の電気化学セル。

【請求項 7】

前記連通孔の内周面のうち前記突出部によって覆われた領域の厚み方向における被覆幅は、10 μm 以上である、
請求項 1 に記載の電気化学セル。

20

【請求項 8】

前記金属支持体は、基材と、前記基材の表面を覆う酸化皮膜とを有し、
前記酸化皮膜のうち前記連通孔に露出する第 1 部分の厚みは、前記酸化皮膜のうち前記突出部によって覆われた第 2 部分の厚みより厚い、
請求項 1 に記載の電気化学セル。

【請求項 9】

前記ガス拡散層が有する複数の気孔の平均気孔径は、前記第 1 電極層が有する複数の気孔の平均気孔径より小さい、
請求項 1 に記載の電気化学セル。

【請求項 10】

前記ガス拡散層の気孔率は、前記第 1 電極層の気孔率より大きい、
請求項 9 に記載の電気化学セル。

30

【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】

【0002】

特許文献 1 には、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）が開示されている。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、金属支持体の主面上に形成されるガス拡散層と、ガス拡散層上に配置される第 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。

40

【0003】

特許文献 1 では、金属支持体の連通孔と第 1 電極層の間のガス給排をスムーズにするために、連通孔に連なる貫通孔をガス拡散層に形成することが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2020 - 079189 号公報

50

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

しかしながら、特許文献1に開示された電気化学セルでは、金属支持体の連通孔周辺に歪みが生じることに起因して、ガス拡散層に損傷（クラックや剥離）が生じる場合がある。

【0006】

本発明の課題は、ガス拡散層の損傷を抑制可能な電気化学セルを提供することにある。

【課題を解決するための手段】**【0007】**

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るセル本体部とを備える。前記セル本体部は、前記主面上に配置されるガス拡散層と、前記ガス拡散層上に配置される第1電極層と、第2電極層と、前記第1電極層と前記第2電極層の間に配置される電解質層とを有する。前記ガス拡散層は、前記金属支持体と前記第1電極層の隙間に挟まれた本体部と、前記本体部から前記連通孔に突出する突出部を有する。前記突出部は、前記連通孔の内周面の一部を覆っている。

10

【0008】

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、前記突出部は、厚み方向において前記本体部から離れる向きにテーパ状に形成されている。

【0009】

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、前記突出部は、前記第1電極層の金属支持体側表面の一部を覆っている。

20

【0010】

本発明の第4の側面に係る電気化学セルは、上記第3の側面に係り、前記突出部は、厚み方向に垂直な面方向において前記本体部から離れる向きにテーパ状に形成されている。

【0011】

本発明の第5の側面に係る電気化学セルは、上記第3又は第4の側面に係り、前記突出部は、前記連通孔及び前記貫通孔に露出する露出面を有し、前記露出面は湾曲している。

【0012】

本発明の第6の側面に係る電気化学セルは、上記第1乃至第5いずれかの側面に係り、前記本体部の厚み方向における厚みに対する、前記連通孔の内周面のうち前記突出部によって覆われた領域の前記厚み方向における被覆幅の比は、10以上である。

30

【0013】

本発明の第7の側面に係る電気化学セルは、上記第1乃至第6いずれかの側面に係り、前記連通孔の内周面のうち前記突出部によって覆われた領域の厚み方向における被覆幅は、10 μ m以上である。

【0014】

本発明の第8の側面に係る電気化学セルは、上記第1乃至第7いずれかの側面に係り、前記金属支持体は、基材と、前記基材の表面を覆う酸化皮膜とを有し、前記酸化皮膜のうち前記連通孔に露出する第1部分の厚みは、前記酸化皮膜のうち前記突出部によって覆われた第2部分の厚みより厚い。

40

【0015】

本発明の第9の側面に係る電気化学セルは、上記第1乃至第8いずれかの側面に係り、前記ガス拡散層が有する複数の気孔の平均気孔径は、前記第1電極層が有する複数の気孔の平均気孔径より小さい。

【0016】

本発明の第10の側面に係る電気化学セルは、上記第9の側面に係り、前記ガス拡散層の気孔率は、前記第1電極層の気孔率より大きい。

【発明の効果】**【0017】**

50

本発明によれば、ガス拡散層の損傷を抑制可能な電気化学セルを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【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2の部分拡大図である。

【図4】図4は、連通路の変形例を示す断面図である。

【図5】図5は、連通路の変形例を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

(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。

【0020】

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。

【0021】

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。

【0022】

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、及び流路部材30を備える。

【0023】

[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。

【0024】

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0.1mm以上2.0mm以下とすることができる。

【0025】

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

【0026】

各連通路11は、第1主面12から第2主面13まで金属支持体10をZ軸方向に貫通する。各連通路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、各連通路11の第1主面12側の開口は、セル本体部20(具体的には、後述する水素極層6)によって覆われている。各連通路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。

【0027】

各連通路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。

【0028】

本実施形態において、各連通路11は、Z軸方向に沿って形成されている。ただし、各連通路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、連通路11同士は互いに連なってもよい。

【0029】

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30が接合される。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

金属支持体 1 0 は、金属材料によって構成される。例えば、金属支持体 1 0 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 1 0 における Cr の含有率は特に制限されないが、4 質量% 以上 3 0 質量% 以下とすることができる。

【 0 0 3 1 】

金属支持体 1 0 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 1 0 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 1 0 における Zr 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 1 0 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。

10

【 0 0 3 2 】

[セル本体部 2 0]

セル本体部 2 0 は、金属支持体 1 0 上に配置される。セル本体部 2 0 は、金属支持体 1 0 によって支持される。セル本体部 2 0 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。

【 0 0 3 3 】

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 1 0 側から積層されている。ガス拡散層 5、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、反応防止層 8 は任意の構成である。

20

【 0 0 3 4 】

[ガス拡散層 5]

ガス拡散層 5 は、金属支持体 1 0 の第 1 主面 1 2 上に配置される。ガス拡散層 5 は、金属支持体 1 0 と水素極層 6 の間に介挿されている。ガス拡散層 5 は、金属支持体 1 0 及び水素極層 6 それぞれと直接的に接触する。

【 0 0 3 5 】

ガス拡散層 5 は、複数の貫通孔 5 1、第 1 接続面 5 2 及び第 2 接続面 5 3 を有する。

【 0 0 3 6 】

各貫通孔 5 1 は、第 1 接続面 5 2 から第 2 接続面 5 3 までガス拡散層 5 を Z 軸方向に貫通する。各貫通孔 5 1 は、第 1 接続面 5 2 及び第 2 接続面 5 3 それぞれに開口する。本実施形態において、各貫通孔 5 1 の第 1 接続面 5 2 側の開口は、水素極層 6 によって覆われている。各貫通孔 5 1 の第 2 接続面 5 3 側の開口は、金属支持体 1 0 の各連通孔 1 1 に連なっている。従って、ガス拡散層 5 は、金属支持体 1 0 の各連通孔 1 1 を覆っていない。

30

【 0 0 3 7 】

第 1 接続面 5 2 は、金属支持体 1 0 の第 1 主面 1 2 に接続される。第 1 接続面 5 2 は、第 2 接続面 5 3 の反対側に設けられる。第 2 接続面 5 3 は、水素極層 6 の金属支持体側表面 6 1 に接続される。

【 0 0 3 8 】

ガス拡散層 5 は、導電性を有する多孔体である。ガス拡散層 5 は、金属支持体 1 0 と水素極層 6 を電氣的に接続する。また、ガス拡散層 5 は、各連通孔 1 1 と水素極層 6 の間においてガスを給排する。具体的には、ガス拡散層 5 は、各連通孔 1 1 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 1 1 に排出する。

40

【 0 0 3 9 】

ガス拡散層 5 は、導電性材料を含んでいる。ガス拡散層 5 は、導電性材料を支持するための基材を含んでもよい。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。基材としては、YSZ、CSZ、ScSZ、GDC、SDC、(La, Sr)(Cr, Mn)O₃、(La, Sr)

50

TiO_3 、 $Sr_2(Fe,Mo)_2O_6$ 、 $(La,Sr)VO_3$ 、 $(La,Sr)FeO_3$ 、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。基材は、絶縁性であってもよい。

【0040】

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。

【0041】

[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上に配置される。水素極層6は、ガス拡散層5と電解質層7の間に挟まれている。水素極層6は、ガス拡散層5の第2接続面53に接続される金属支持体側表面61を有する。

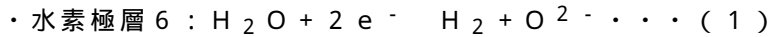
【0042】

水素極層6には、各連通孔11及び各貫通孔51を介して原料ガスが供給される。原料ガスは、少なくとも H_2O を含む。

【0043】

原料ガスが H_2O 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 H_2 を生成する。

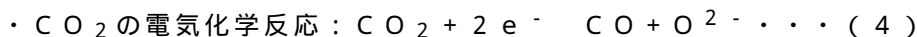
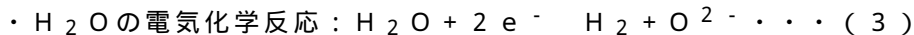
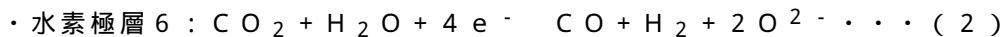
【0044】



【0045】

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。

【0046】



【0047】

水素極層6は、導電性を有する多孔質体である。水素極層6は、ガス拡散性を有する。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で生成された生成ガスは、各連通孔11及び各貫通孔51を介して流路30aに排出される。

【0048】

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。

【0049】

導電性材料が金属材料によって構成される場合、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。水素極層6は、酸化還元に伴って寸法変化する。

【0050】

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は、本発明に係る「イオン伝導性材料」の一例である。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。

10

20

30

40

50

【0051】

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。

【0052】

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

【0053】

なお、本明細書において、厚みとは、厚み方向におけるサイズを意味する。厚み方向とは、電解質層7の水素極層側表面71に平行な面方向に垂直な方向である。面方向は、電解質層7の断面において、最小二乗法によって求められる水素極層側表面71の近似直線に平行な方向である。厚み方向は、図1, 2に示したZ軸方向と一致していてもよい。

10

【0054】

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。

【0055】

[電解質層7]

電解質層7は、水素極層6と酸素極層9の間に配置される。本実施形態では、電解質層7と酸素極層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と反応防止層8の間に挟まれている。電解質層7は、水素極層6に接続される水素極層側表面71を有する。

20

【0056】

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。

【0057】

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。

30

【0058】

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。

【0059】

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。

【0060】

[反応防止層8]

反応防止層8は、電解質層7と酸素極層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。

40

【0061】

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。

【0062】

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。

【0063】

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

50

法、CVD法などを用いることができる。

【0064】

[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と酸素極層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と酸素極層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。

【0065】

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。

【0066】



【0067】

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。

【0068】

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

【0069】

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。

【0070】

[流路部材30]

流路部材30は、金属支持体10の第2主面13に接合される。流路部材30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。

【0071】

流路部材30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30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30は、金属支持体10と実質的に一体であってもよい。

【0072】

流路部材30は、枠体31及びインターコネクタ32を有する。枠体31は、流路30aの側方を取り囲む環状部材である。枠体31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32は、外部電源又は他の電解セルを電解セル1と電氣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32は、枠体31に接合される。

【0073】

本実施形態では、枠体31とインターコネクタ32が別部材となっているが、枠体31とインターコネクタ32は一体の部材であってもよい。

【0074】

(ガス拡散層5の詳細構成)

図3を参照しながら、ガス拡散層5の詳細構成について説明する。図3は、図2の部分拡大図である。

【0075】

ガス拡散層5は、本体部5a及び突出部5bを有する。

【0076】

10

20

30

40

50

本体部 5 a は、ガス拡散層 5 のうち金属支持体 1 0 と水素極層 6 の間に挟まれた部位である。本体部 5 a は、金属支持体 1 0 の第 1 主面 1 2 と水素極層 6 の金属支持体側表面 6 1 に接続される。

【 0 0 7 7 】

突出部 5 b は、本体部 5 a に連なる。突出部 5 b は、本体部 5 a と一体的に形成される。突出部 5 b は、本体部 5 a から連通孔 1 1 に突出している。突出部 5 b は、連通孔 1 1 の内周面 1 4 の一部を覆っている。具体的には、突出部 5 b は、連通孔 1 1 の内周面 1 4 のうち水素極層 6 側の領域を連続的に覆っている。

【 0 0 7 8 】

このように、突出部 5 b が連通孔 1 1 の内周面 1 4 の一部を覆っていることによって、連通孔 1 1 の歪みを抑えられるため、ガス拡散層 5 に損傷（クラックや剥離）が生じることを抑制できる。また、連通孔 1 1 の歪みを抑えることによって、セル本体部 2 0 の反りを抑えることもできるため、セル本体部 2 0 にクラックが生じることを抑制できる。

【 0 0 7 9 】

本体部 5 a と突出部 5 b は、必ずしも厳密に区分けしなくてもよいが、基準線 L 1 を基準として区分けすることができる。基準線 L 1 は、金属支持体 1 0 の内側端部 Q 1 を通り、かつ、厚み方向に平行な直線である。金属支持体 1 0 の内側端部 Q 1 は、厚み方向に沿った断面において、金属支持体 1 0 のうち連通孔 1 1 を挟んで対向する領域を内周面 1 4 と規定した場合、内周面 1 4 上において水素極層 6 に最も近い位置である。ガス拡散層 5 のうち基準線 L 1 の貫通孔 5 1 と反対側の部位が本体部 5 a であり、ガス拡散層 5 のうち基準線 L 1 の貫通孔 5 1 側の部位が突出部 5 b である。

【 0 0 8 0 】

突出部 5 b は、図 3 に示すように、厚み方向において本体部 5 a から離れる向きにテーパ状に形成されていることが好ましい。すなわち、突出部 5 b は、厚み方向において連通孔 1 1 の奥に入り込むほど細くなっていることが好ましい。これによって、厚み方向における突出部 5 b の先端に応力が集中することを抑制できるため、突出部 5 b が連通孔 1 1 の内周面 1 4 から剥離することを抑制できる。

【 0 0 8 1 】

突出部 5 b は、図 3 に示すように、水素極層 6 の金属支持体側表面 6 1 の一部を覆っていることが好ましい。これによって、突出部 5 b が、連通孔 1 1 の内周面 1 4 と水素極層 6 の金属支持体側表面 6 1 との間に挟まれるため、突出部 5 b の強度を向上させることができる。

【 0 0 8 2 】

また、突出部 5 b が水素極層 6 の金属支持体側表面 6 1 の一部を覆っている場合、突出部 5 b は、図 3 に示すように、面方向において本体部 5 a から離れる向きにテーパ状に形成されていることが好ましい。これによって、面方向における突出部 5 b の先端に応力が集中することを抑制できるため、突出部 5 b が水素極層 6 の金属支持体側表面 6 1 から剥離することを抑制できる。

【 0 0 8 3 】

さらに、突出部 5 b が水素極層 6 の金属支持体側表面 6 1 の一部を覆っている場合、連通孔 1 1 及び貫通孔 5 1 に露出する突出部 5 b の露出面 5 4 は、図 3 に示すように、湾曲していることが好ましい。これによって、露出面 5 4 上において局所的に応力が集中することを抑制できるため、露出面 5 4 にクラックが生じることを抑制できる。

【 0 0 8 4 】

本体部 5 a の厚み方向における厚み T に対する、連通孔 1 1 の内周面 1 4 のうち突出部 5 b によって覆われた領域の厚み方向における被覆幅 W の比は、1 0 以上であることが好ましい。これによって、突出部 5 b によって連通孔 1 1 の歪みをより抑えることができる。この観点から、被覆幅 W は、1 0 μ m 以上であることが特に好ましい。

【 0 0 8 5 】

本体部 5 a の厚み T は、次の手法により算出される。まず、厚み方向に沿ったガス拡散

10

20

30

40

50

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、断面の反射電子像を3000倍率で取得する。次に、反射電子像上において本体部5aを面方向に4等分する3カ所において本体部5aの厚みを測定する。そして、3つの測定値を算術平均することによって本体部5aの厚みTが求められる。本体部5aの厚みTは、例えば1 μ m以上50 μ m以下とすることができる。

【0086】

図3に示すように、金属支持体10は、基材10aと、酸化皮膜10bとを有しているもよい。

【0087】

基材10aは、上述した金属材料（Fe-Cr系合金鋼やNi-Cr系合金鋼など）によって構成される。

10

【0088】

酸化皮膜10bは、基材10aの表面を覆う。酸化皮膜10bは、基材10aの構成元素の酸化物によって構成することができる。このような酸化物としては、酸化クロムが代表的である。

【0089】

酸化皮膜10bのうち金属支持体10の連通孔11に露出する第1部分b1の厚みは、酸化皮膜10bのうち水素極層6と対向する第2部分b2の厚みより厚いことが好ましい。これによって、金属支持体10のうち連通孔11を取り囲む領域の強度を向上させることができるため、連通孔11が歪むことを更に抑制できる。

20

【0090】

第1部分b1の厚みは、上述したガス拡散層5の厚みTと同様、3000倍率の反射電子像上において第1部分b1を厚み方向に4等分する3カ所において測定した第1部分b1の厚みを算術平均することによって求められる。同様に、第2部分b2の厚みは、3000倍率の反射電子像上において第2部分b2を面方向に4等分する3カ所において測定した第2部分b2の厚みを算術平均することによって求められる。

【0091】

ここで、ガス拡散層5及び水素極層6それぞれは、内部に複数の気孔を有している。ガス拡散層5が有する複数の気孔の平均気孔径は、水素極層6が有する複数の気孔の平均気孔径より小さいことが好ましい。すなわち、ガス拡散層5は、水素極層6と比較して、小径の気孔を多く含んでいることが好ましい。これによって、ガス拡散層5のガス拡散性を向上させることができるため、ガス拡散層5を介して貫通孔51と水素極層6の間におけるガス給排をよりスムーズにすることができる。

30

【0092】

また、ガス拡散層5の気孔率は、水素極層6の気孔率より大きいことが好ましい。すなわち、ガス拡散層5におけるガス流路の体積割合は、水素極層6におけるガス流路の体積割合より大きいことが好ましい。これによって、ガス拡散層5のガス拡散性を更に向上させることができるため、ガス拡散層5を介して貫通孔51と水素極層6の間におけるガス給排を更にスムーズにすることができる。

【0093】

ガス拡散層5における平均気孔径及び気孔率は、次のように取得することができる。まず、電解セル1を750 $^{\circ}$ Cまで昇温した状態でガス拡散層5及び水素極層6に水素を供給することによって、ガス拡散層5及び水素極層6それぞれを還元する。次に、還元雰囲気のまま電解セル1を降温させ、電解セル1を厚み方向に沿って切断することによって、ガス拡散層5及び水素極層6の断面を露出させる。次に、断面を精密機械研磨した後に、株式会社日立ハイテクノロジーズのIM4000によってイオンミリング加工処理を施す。次に、インレンズ二次電子検出器を用いたFE-SEM（Field Emission Scanning Electron Microscope：電界放射型走査型電子顕微鏡）を用いて、気孔を確認できる程度の倍率（例えば、5000～30000倍）で拡大したSEM画像を取得する。次に、MVTec社（ドイツ）製の画像解析ソフトHALC

40

50

ONを用いて画像解析することによって、SEM画像上において黒色に表示された部分（気孔に相当）が強調表示された解析画像を取得する。次に、各気孔の円相当径（気孔の面積と同じ面積を有する円の直径）を算術平均することによって、ガス拡散層5における平均気孔径が算出される。また、気孔（気相）の合計面積を解析画像全体（固相）の面積で除すことによって、ガス拡散層5の気孔率が算出される。

【0094】

水素極層6における平均気孔径及び気孔率は、ガス拡散層5と同様に算出することができる。

【0095】

ガス拡散層5は次のように形成することができる。まず、金属支持体10の基材10aを準備して、基材10aの表面に所望の酸化物を含むペーストを塗布する。この場合、基材10aの表面のうちガス拡散層5によって覆われる領域以外の領域の塗布厚を厚くしてもよい。次に、突出部5bの形状に対応した造孔材を、金属支持体10の連通路11に詰め込む。次に、金属支持体10の第1主面12にガス拡散層5の構成材料を含むペーストを塗布することによって、ガス拡散層5の成形体を形成する。次に、ガス拡散層5の成形体上に水素極層6を配置して焼成（800～1500、1～5時間）することによって、本体部5a及び突出部5bを有するガス拡散層5が形成される。

【0096】

（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。

【0097】

（変形例1）

上記実施形態では、図3に示したように、金属支持体10の連通路11は、厚み方向において水素極層6に近づく向きにテーパ状に形成されることとしたが、連通路11の断面形状は適宜変更可能である。

金属支持体10の連通路11は、図4に示すように、厚み方向に沿って直線状に形成されていてもよいし、図5に示すように、厚み方向において水素極層6から離れる向きにテーパ状に形成されていてもよい。

【0098】

（変形例2）

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対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。

【符号の説明】

【0099】

- 1 電解セル
- 10 金属支持体
- 11 連通路
- 12 第1主面
- 13 第2主面
- 14 内周面
- 20 セル本体部
- 5 ガス拡散層
- 51 貫通孔
- 52 第1接続面
- 53 第2接続面

10

20

30

40

50

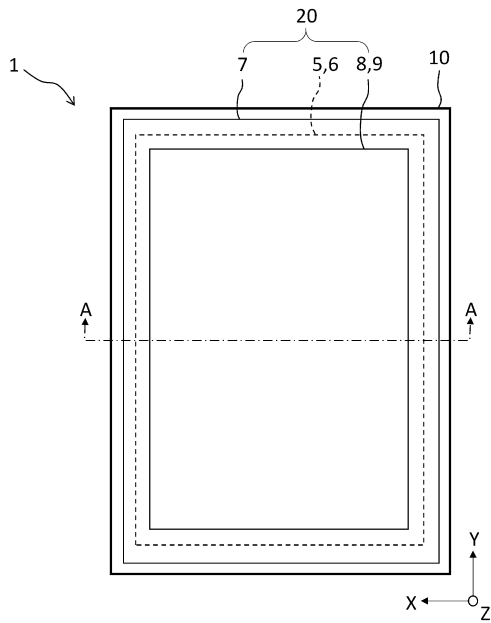
- 5 4 露出面
- 6 水素極層
- 6 1 金属支持体側表面
- 7 電解質層
- 7 1 水素極層側表面
- 8 反応防止層
- 9 酸素極層
- 3 0 流路部材
- 3 0 a 流路

【要約】

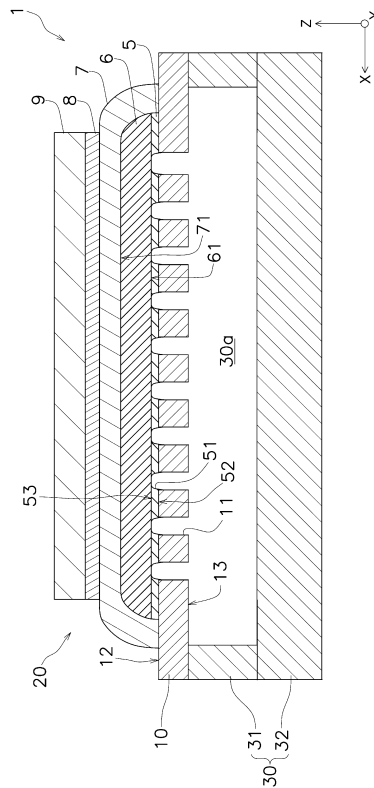
電解セル(1)は、第1主面(12)に形成された複数の連通孔(11)を有する金属支持体(10)と、セル本体部(20)とを備える。セル本体部(20)は、金属支持体(10)の第1主面(12)上に配置されるガス拡散層(5)と、ガス拡散層(5)上に配置される水素極層(6)とを有する。ガス拡散層(5)は、金属支持体(10)と水素極層(6)の隙間に挟まれた本体部(5a)と、本体部(5a)から連通孔(11)に突出する突出部(5b)を有する。突出部(5b)は、連通孔(11)の内周面(14)の一部を覆っている。

【図面】

【図1】



【図2】



10

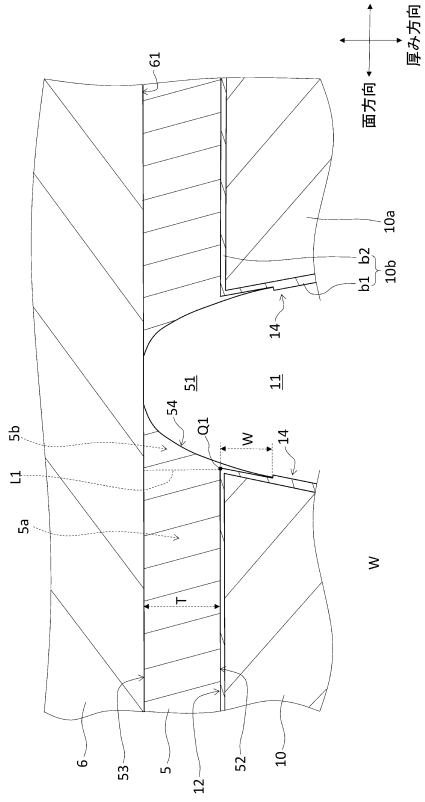
20

30

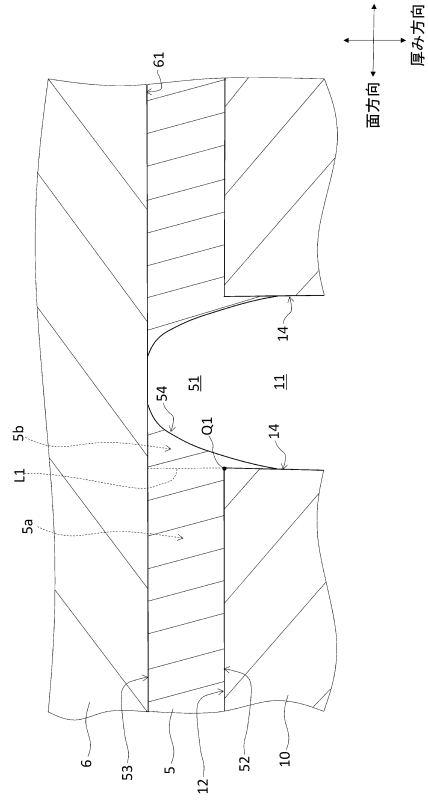
40

50

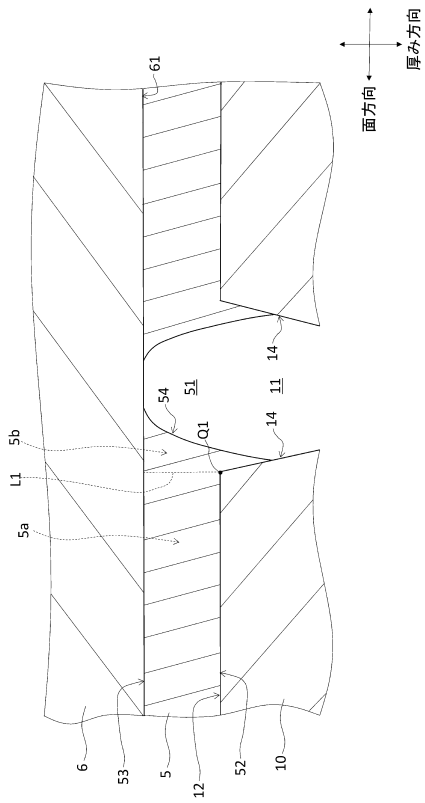
【図3】



【図4】



【図5】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類 F I
C 2 5 B 9/23 (2021.01) C 2 5 B 9/00 Z
C 2 5 B 9/23

愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内

審査官 祢屋 健太郎

(56)参考文献 特開 2 0 2 2 - 1 4 5 6 7 0 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 4 9 9 2 7 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 0 4 1 3 4 8 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 1 0 8 5 0 7 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 0 7 0 9 9 1 (J P , A)
特開 2 0 2 0 - 0 7 9 1 8 9 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 0 3 3 4 5 8 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
C 2 5 B 9 / 0 0
H 0 1 M 8 / 0 0