

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7618109号
(P7618109)

(45)発行日 令和7年1月20日(2025.1.20)

(24)登録日 令和7年1月9日(2025.1.9)

(51)国際特許分類		F I	
C 2 5 B	13/04 (2021.01)	C 2 5 B	13/04 3 0 2
C 2 5 B	9/63 (2021.01)	C 2 5 B	9/63
C 2 5 B	9/73 (2021.01)	C 2 5 B	9/73
C 2 5 B	13/07 (2021.01)	C 2 5 B	13/07
H 0 1 M	8/0228(2016.01)	H 0 1 M	8/0228
請求項の数 4 (全14頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2024-543156(P2024-543156)	(73)特許権者	000004064
(86)(22)出願日	令和6年3月19日(2024.3.19)		日本碍子株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2024/010778		愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
審査請求日	令和6年7月19日(2024.7.19)	(74)代理人	110000202
早期審査対象出願			弁理士法人新樹グローバル・アイピー
		(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	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	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	大森 誠
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 インターコネクタ、及び電気化学セル

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1主面、及び前記第1主面と反対側の第2主面、を有する本体部と、
前記第1主面上に配置される第1酸化物層と、
前記第2主面上に配置され、前記第1酸化物層と異なる厚さを有する第2酸化物層と、
を備え、
前記本体部は、第1主面上に凸部を有し、
前記凸部上に形成される前記第1酸化物層は、前記凸部以外の部分に形成される前記第1酸化物層よりも薄く、
前記第1酸化物層及び前記第2酸化物層のそれぞれは、前記本体部よりも熱膨張係数が小さく、
前記第1酸化物層は、前記第2酸化物層よりも薄い、
インターコネクタ。

【請求項2】

前記本体部は、クロムを含む合金によって構成され、
前記第1酸化物層及び前記第2酸化物層は、クロムを主成分とする、
請求項1に記載のインターコネクタ。

【請求項3】

請求項1に記載のインターコネクタと、
前記インターコネクタに取り付けられる支持基板と、

前記支持基板上に配置されるセル本体部と、
を備える、電気化学セル。

【請求項 4】

前記第 1 酸化物層及び前記第 2 酸化物層のそれぞれは、前記セル本体部よりも薄い、
請求項 3 に記載の電気化学セル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、インターコネクタ、及び電気化学セルに関するものである。

【背景技術】

10

【0002】

電解セル又は燃料電池などの電気化学セルにおいて、金属基板によってセル本体部を支持する構造が知られている。例えば、特許文献 1 に開示された電気化学セルは、金属基板上に、電極層、電解質層、及び対極電極層がこの順で積層されている。金属基板は、電極層へ原料ガスを供給するために、複数の貫通孔を有している。

【0003】

電気化学セルは、セル本体部へ供給される原料ガスの流路を構成するインターコネクタを有している。インターコネクタは、エンボス加工又はスリット加工などによって表面に凹凸が形成されている。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0004】

【文献】国際公開第 2018/181926 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

確実な接触を確保するなどの観点から、インターコネクタに反りを付与したいという要望がある。しかしながら、インターコネクタは、凹凸部を有するため、プレス加工などによって反りを付与することは困難であった。

【0006】

30

本発明の課題は、インターコネクタに反りを発生させることにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

第 1 態様に係るインターコネクタは、本体部、第 1 酸化物層、及び第 2 酸化物層を備える。本体部は、第 1 主面、及び第 2 主面を有する。第 2 主面は、第 1 主面と反対側の面である。第 1 酸化物層は、第 1 主面上に配置される。第 2 酸化物層は、第 2 主面上に配置される。第 2 酸化物層は、第 1 酸化物層と異なる厚さを有する。

【0008】

この構成によれば、第 1 酸化物層と第 2 酸化物層とが互いに異なる厚さを有するため、インターコネクタに生じる熱応力によってインターコネクタに反りを発生させることができる。

40

【0009】

具体的には、第 1 酸化物層及び第 2 酸化物層の熱膨張係数を本体部の熱膨張係数よりも小さくし、第 1 酸化物層を第 2 酸化物層よりも薄くすることによって、第 2 酸化物層側に中央部が突出するようにインターコネクタに反りを発生させることができる。また、第 1 酸化物層及び第 2 酸化物層の熱膨張係数を本体部の熱膨張係数よりも小さくし、第 1 酸化物層を第 2 酸化物層よりも厚くすることによって、第 1 酸化物層側に中央部が突出するようにインターコネクタに反りを発生させることができる。また、第 1 酸化物層及び第 2 酸化物層の熱膨張係数を本体部の熱膨張係数よりも大きくし、第 1 酸化物層を第 2 酸化物層よりも薄くすることによって、第 1 酸化物層側に中央部が突出するようにインターコネク

50

タに反りを発生させることができる。また、第 1 酸化物層及び第 2 酸化物層の熱膨張係数を本体部の熱膨張係数よりも大きくし、第 1 酸化物層を第 2 酸化物層よりも厚くすることによって、第 2 酸化物層側に中央部が突出するようにインターコネクタに反りを発生させることができる。

【 0 0 1 0 】

第 2 態様に係るインターコネクタは、第 1 態様に係るインターコネクタにおいて、次のように構成される。本体部は、クロムを含む合金によって構成される。第 1 酸化物層及び第 2 酸化物層は、クロムを主成分とする。

【 0 0 1 1 】

第 3 態様に係るインターコネクタは、第 1 又は第 2 態様に係るインターコネクタにおいて、次のように構成される。第 1 酸化物層及び第 2 酸化物層のそれぞれは、本体部よりも熱膨張係数が小さい。

【 0 0 1 2 】

第 4 態様に係るインターコネクタは、第 3 態様に係るインターコネクタにおいて、次のように構成される。第 1 酸化物層は、第 2 酸化物層よりも薄い。

【 0 0 1 3 】

第 5 態様に係るインターコネクタは、第 1 から第 4 態様のいずれかに係るインターコネクタにおいて、次のように構成される。本体部は、第 1 主面上に凸部を有する。凸部上に形成される第 1 酸化物層は、凸部以外の部分に形成される第 1 酸化物層よりも薄い。

【 0 0 1 4 】

第 6 態様に係る電気化学セルは、第 1 から第 5 態様のいずれかに係るインターコネクタと、支持基板と、セル本体部とを備える。支持基板は、インターコネクタに取り付けられる。セル本体部は、支持基板上に配置される。

【 0 0 1 5 】

第 7 態様に係る電気化学セルは、第 6 態様に係る電気化学セルにおいて、次のように構成される。第 1 酸化物層及び第 2 酸化物層のそれぞれは、セル本体部よりも薄い。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 6 】

本発明によれば、インターコネクタに反りを発生させることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 7 】

【 図 1 】 電解セルの平面図。

【 図 2 】 図 1 の I I - I I 線断面図。

【 図 3 】 インターコネクタの平面図。

【 図 4 】 インターコネクタの拡大断面図。

【 図 5 】 インターコネクタの拡大断面図。

【 図 6 】 変形例に係るインターコネクタの平面図。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 8 】

以下、本実施形態に係る電解セル 1 0 0（電気化学セルの一例）について図面を参照しつつ説明する。なお、本実施形態では、電解セル 1 0 0 の一例として固体酸化物形電解セル（S O E C）を用いて説明する。図 1 は、電解セル 1 0 0 の平面図である。図 2 は、図 1 の I I - I I 線断面図である。

【 0 0 1 9 】

< 電解セル >

図 1 及び図 2 に示すように、電解セル 1 0 0 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 0 0 は、X 軸方向及び Y 軸方向に垂直な Z 軸方向に沿って平面視した場合、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 0 0 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。なお、Z 軸方向は、電解セル 1 0 0、セル本体部 2、支持基板 3、及びインターコ

10

20

30

40

50

ネクタ 4 の厚さ方向を意味する。

【 0 0 2 0 】

図 1 及び図 2 に示すように、電解セル 1 0 0 は、セル本体部 2、支持基板 3、及びインターコネクタ 4 を備える。

【 0 0 2 1 】

< セル本体部 >

セル本体部 2 は、支持基板 3 上に配置される。セル本体部 2 は、支持基板 3 によって支持される。セル本体部 2 は、後述する複数の貫通孔 3 3 を覆うように支持基板 3 上に配置されている。セル本体部 2 は、水素極 2 1 (カソード)、電解質 2 2、反応防止層 2 3、及び酸素極 2 4 (アノード) を有する。

10

【 0 0 2 2 】

水素極 2 1、電解質 2 2、反応防止層 2 3、及び酸素極 2 4 は、Z 軸方向において、この順で支持基板 3 側から積層されている。水素極 2 1、電解質 2 2、及び酸素極 2 4 は必須の構成であり、反応防止層 2 3 は任意の構成である。

【 0 0 2 3 】

< 水素極 >

水素極 2 1 は、支持基板 3 の第 1 主面 3 1 上に配置される。水素極 2 1 には、支持基板 3 の各貫通孔 3 3 から原料ガスが供給される。原料ガスは、少なくとも水蒸気 (H_2O) を含む。水素極 2 1 は、電解反応に伴い H_2 を生成する。

【 0 0 2 4 】

20

原料ガスが H_2O のみを含む場合、水素極 2 1 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。

【 0 0 2 5 】

・水素極 2 1 : $H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + O^{2-} \cdots (1)$

原料ガスが H_2O に加えて CO_2 を含む場合、水素極 2 1 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 2 6 】

・水素極 2 1 : $CO_2 + H_2O + 4e^- \rightarrow CO + H_2 + 2O^{2-} \cdots (2)$

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

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

30

【 0 0 2 7 】

水素極 2 1 において生成される H_2 は、支持基板 3 の各貫通孔 3 3 から後述する内部空間 3 0 に流出する。

【 0 0 2 8 】

水素極 2 1 は、電子伝導性を有する多孔質体である。水素極 2 1 は、ニッケル (Ni) を含有する。共電解の場合、 Ni は、電子伝導物質として機能するとともに、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 FT ($Fischer-Tropsch$) 合成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。水素極 2 1 が含有する Ni は、電解セル 1 0 0 の作動中、基本的には金属 Ni の状態で存在しているが、一部は酸化ニッケル (NiO) の状態で存在していてもよい。

40

【 0 0 2 9 】

水素極 2 1 は、イオン伝導性材料を含有していてもよい。イオン伝導性材料としては、例えば、イットリア安定化ジルコニア (YSZ)、カルシア安定化ジルコニア (CSZ)、スカンジウム安定化ジルコニア ($ScSZ$)、ガドリニウムドープセリア (GDC)、サマリウムドープセリア (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 、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 3 0 】

水素極 2 1 の厚みは特に制限されないが、例えば $1\mu m$ 以上 $100\mu m$ 以下とすること

50

ができる。水素極 2 1 の熱膨張係数の値は特に限られないが、例えば $12 \times 10^{-6} /$ 以上 $20 \times 10^{-6} /$ 以下とすることができる。

【0031】

水素極 2 1 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。

【0032】

< 電解質 >

電解質 2 2 は、水素極 2 1 上に形成される。電解質 2 2 は、水素極 2 1 及び酸素極 2 4 の間に配置される。本実施形態では、電解質 2 2 は、水素極 2 1 及び反応防止層 2 3 に挟まれており、両者に接続されている。

【0033】

電解質 2 2 は、水素極 2 1 を覆うとともに、支持基板 3 の第 1 主面 3 1 のうち水素極 2 1 から露出する領域を覆う。

【0034】

電解質 2 2 は、酸化物イオン伝導性を有する緻密体である。電解質 2 2 は、水素極 2 1 において生成された O^{2-} を酸素極 2 4 側に伝達させる。電解質 2 2 は、酸化物イオン伝導性材料によって構成される。電解質 2 2 は、例えば、YSZ、GDC、ScSZ、SDC、LSGM（ランタンガレート）などによって構成することができ、特に YSZ が好適である。

【0035】

電解質 2 2 の厚みは特に制限されないが、例えば $1 \mu m$ 以上 $100 \mu m$ 以下とすることができる。電解質 2 2 の熱膨張係数の値は特に限られないが、例えば $10 \times 10^{-6} /$ 以上 $12 \times 10^{-6} /$ 以下とすることができる。

【0036】

電解質 2 2 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。

【0037】

< 反応防止層 >

反応防止層 2 3 は、電解質 2 2 及び酸素極 2 4 の間に配置される。反応防止層 2 3 は、電解質 2 2 を基準として水素極 2 1 が配置される側と反対側に配置される。反応防止層 2 3 は、電解質 2 2 の構成元素が酸素極 2 4 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。

【0038】

反応防止層 2 3 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 2 3 は、GDC、SDC などによって構成することができる。

【0039】

反応防止層 2 3 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 2 3 の厚みは特に制限されないが、例えば $1 \mu m$ 以上 $50 \mu m$ 以下とすることができる。

【0040】

反応防止層 2 3 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。

【0041】

< 酸素極 >

酸素極 2 4 は、電解質 2 2 を基準として水素極 2 1 が配置される側と反対側に配置される。本実施形態では、電解質 2 2 及び酸素極 2 4 の間に反応防止層 2 3 が配置されているので、酸素極 2 4 は反応防止層 2 3 に接続される。電解質 2 2 及び酸素極 2 4 の間に反応

10

20

30

40

50

防止層 2 3 が配置されない場合、酸素極 2 4 は電解質 2 2 に接続される。

【 0 0 4 2 】

酸素極 2 4 は、下記 (5) 式の化学反応に従って、水素極 2 1 から電解質 2 2 を介して伝達される O^{2-} から O_2 を生成する。

【 0 0 4 3 】

・酸素極 2 4 : $2 O^{2-} \rightarrow O_2 + 4 e^- \cdots (5)$

【 0 0 4 4 】

酸素極 2 4 は、酸化物イオン伝導性及び電子伝導性を有する多孔体である。酸素極 2 4 は、例えば (La , Sr) (Co , Fe) O_3 、(La , Sr) Fe O_3 、La (Ni , Fe) O_3 、(La , Sr) Co O_3 、及び (Sm , Sr) Co O_3 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。

10

【 0 0 4 5 】

酸素極 2 4 の気孔率は特に制限されないが、例えば 2 0 % 以上 6 0 % 以下とすることができる。酸素極 2 4 の厚みは特に制限されないが、例えば 1 μm 以上 1 0 0 μm 以下とすることができる。

【 0 0 4 6 】

酸素極 2 4 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。

【 0 0 4 7 】

< 支持基板 >

20

図 2 に示すように、支持基板 3 は、セル本体部 2 を支持する。本実施形態において、支持基板 3 は、板状に形成される。支持基板 3 はセル本体部 2 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。

【 0 0 4 8 】

支持基板 3 とインターコネクタ 4 とによって画定される内部空間 3 0 において、セル本体部 2 に供給する原料ガス、及び水素極 2 1 において生成される還元ガス (本実施形態では、 H_2) が流れる。

【 0 0 4 9 】

支持基板 3 は、第 1 主面 3 1、第 2 主面 3 2、及び複数の貫通孔 3 3 を有する。本実施形態では、第 1 主面 3 1 は、支持基板 3 の上面であり、第 2 主面 3 2 は、支持基板 3 の下面である。第 1 主面 3 1 は、セル本体部 2 を向いている。第 2 主面 3 2 は、インターコネクタ 4 を向いている。

30

【 0 0 5 0 】

各貫通孔 3 3 は、気体を透過させるように構成されている。各貫通孔 3 3 は、第 1 主面 3 1 から第 2 主面 3 2 まで支持基板 3 を貫通する。各貫通孔 3 3 は、第 1 主面 3 1 及び第 2 主面 3 2 それぞれに開口する。このため、気体は、各貫通孔 3 3 を介して支持基板 3 を透過する。

【 0 0 5 1 】

各貫通孔 3 3 は、セル本体部 2 によって覆われる。具体的には、各貫通孔 3 3 の第 1 主面 3 1 側の開口は、水素極 2 1 によって覆われている。各貫通孔 3 3 の第 2 主面 3 2 側の開口は、内部空間 3 0 に繋がっている。

40

【 0 0 5 2 】

各貫通孔 3 3 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。

【 0 0 5 3 】

本実施形態において、各貫通孔 3 3 は、Z 軸方向に沿って直線状に形成される。ただし、各貫通孔 3 3 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、貫通孔 3 3 どうしは互いに連なっているもよい。

【 0 0 5 4 】

支持基板 3 は、Cr (クロム) を含有する合金によって構成される。このような合金と

50

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。支持基板3におけるCr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。

【0055】

支持基板3は、Ti（チタン）やZr（ジルコニウム）を含有していてもよい。支持基板3におけるTi含有率は特に制限されないが、0.01mol%以上1.0mol%以下とすることができる。支持基板3におけるZr含有率は特に制限されないが、0.01mol%以上0.4mol%以下とすることができる。支持基板3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

【0056】

<インターコネクタ>

インターコネクタ4は、支持基板3の第2主面32側に配置される。インターコネクタ4は、外部電源又は他の電解セルに電解セル100を電氣的に接続するための部材である。

【0057】

インターコネクタ4は、板状に形成される。インターコネクタ4は支持基板3に取り付けられている。インターコネクタ4は、外周部において支持基板3に固定されている。インターコネクタ4は、例えば、溶接又は接着によって、支持基板3に固定されている。インターコネクタ4は、本体部40、第1酸化物層41、及び第2酸化物層42を有している。

20

【0058】

本体部40は、板状に形成されている。本体部40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。本体部40の外周部は、支持基板3側に突出している。本体部40の外周部によって内部空間30の外周を画定している。なお、本体部40の外周部は、本体部40とは別部材であってもよい。

【0059】

本体部40は、第1主面401、第2主面402、複数の第1凸部403、及び複数の第2凸部404を有している。第1主面401は、支持基板3を向く面である。第2主面402は、第1主面401と反対側の面である。すなわち、第2主面402は、第1主面401の向く方向と反対側を向いている。本実施形態では、第1主面401は、本体部40の上面であり、第2主面402は、本体部40の下面である。

30

【0060】

各第1凸部403は、本体部40の第1主面401上に形成されている。各第1凸部403は、支持基板3に向かって突出している。各第1凸部403は、内部空間30内に配置されている。各第1凸部403の高さは特に限定されるものではないが、例えば、0.1mm以上2.0mm以下とすることができる。

【0061】

各第2凸部404は、第1凸部403と反対側に突出している。各第2凸部404の高さは特に限定されるものではないが、例えば、0.1mm以上2.0mm以下とすることができる。

40

【0062】

図3はインターコネクタ4の平面図である。なお、図3では、図解を容易にするために、第1凸部403のみを記載し、第2凸部404の裏面として見える凹部は記載していない。図3に示すように、各第1凸部403は、互いに間隔をあけて配置されている。具体的には、各第1凸部403は、千鳥状に配列されている。各第1凸部403は、インターコネクタ4をプレス加工、切削加工、或いは、エッチング加工などすることによって形成することができる。なお、各第2凸部404も同様に構成されている。

【0063】

第1凸部403は、平面視において、貫通孔33よりも大きい。このため、平面視において、複数の貫通孔33が第1凸部403と重複している。

50

【 0 0 6 4 】

インターコネクタ 4 は、供給孔 4 0 5 及び排出孔 4 0 6 を有している。供給孔 4 0 5 及び排出孔 4 0 6 は、内部空間 3 0 と連通している。供給孔 4 0 5 は、インターコネクタ 4 を Z 軸方向に貫通している。外部のガス供給源から電解セル 1 0 0 に供給された原料ガスが供給孔 4 0 5 内を Z 軸方向に流れる。原料ガスは、供給孔 4 0 5 を介して内部空間 3 0 内に供給される。

【 0 0 6 5 】

排出孔 4 0 6 は、インターコネクタ 4 を Z 軸方向に貫通している。水素極 2 1 において生成されて内部空間 3 0 内を流れる H_2 は、排出孔 4 0 6 を介して外部へと排出され回収される。

10

【 0 0 6 6 】

図 2 に示すように、本体部 4 0 は、Cr を含有する合金によって構成される。このような合金としては、Fe - Cr 系合金鋼や Ni - Cr 系合金鋼などが挙げられる。本体部 4 0 における Cr 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。本体部 4 0 の組成は、支持基板 3 と同じであってもよいし異なってもよい。

【 0 0 6 7 】

第 1 酸化物層 4 1 は、本体部 4 0 の第 1 主面 4 0 1 上に形成されている。なお、第 1 主面 4 0 1 のうち外周部には第 1 酸化物層 4 1 が形成されていないが、第 1 主面 4 0 1 の外周部に第 1 酸化物層 4 1 が形成されていてもよい。第 1 酸化物層 4 1 は、支持基板 3 と接触している。第 1 酸化物層 4 1 は、本体部 4 0 と熱膨張係数が異なる。本実施形態において、第 1 酸化物層 4 1 は、本体部 4 0 よりも熱膨張係数が小さい。第 1 酸化物層 4 1 は、Cr を主成分とする酸化物（以下、「Cr 酸化物」と略称する。）によって構成される。これによって、電解セル 1 0 0 の製造中又は作動中において、支持基板 3 及び本体部 4 0 から第 1 酸化物層 4 1 に Cr が拡散することを抑制することができる。また、支持基板 3 及び本体部 4 0 から第 1 酸化物層 4 1 に Cr が拡散してきたとしても、第 1 酸化物層 4 1 の組成に与える影響が小さいため、第 1 酸化物層 4 1 の強度が低下することも抑制できる。

20

【 0 0 6 8 】

なお、本実施形態において、Cr を主成分とするとは、第 1 酸化物層 4 1 を構成する Cr 酸化物の組成をエネルギー分散型分光（EDS）装置で解析した場合に、金属元素のうち Cr の含有率が最も高いことを意味する。Cr 酸化物における Cr 含有率は特に制限されないが、例えば、金属元素のうち 2 0 mol % 以上 1 0 0 mol % 以下とすることができる。

30

【 0 0 6 9 】

第 1 酸化物層 4 1 を構成する Cr 酸化物における金属元素に占める Cr 含有率は、5 0 mol % 以上であることが好ましい。これによって、支持基板 3 及び本体部 4 0 が含有している Cr が第 1 酸化物層 4 1 に拡散することを顕著に抑制することができる。

【 0 0 7 0 】

第 1 酸化物層 4 1 を構成する Cr 酸化物は、クロム酸化物及びクロムマンガノ酸化物のうち少なくとも一方によって構成されることが好ましい。これらの酸化物は、Cr が特に拡散しにくい性質を有しているため、第 1 酸化物層 4 1 の耐久性を向上させることができる。

40

【 0 0 7 1 】

クロム酸化物としては、 Cr_2O_3 などが挙げられる。クロムマンガノ酸化物としては、 $MnCr_2O_4$ （スピネル）、 $Mn_{1.5}Cr_{1.5}O_4$ （スピネル）などが挙げられる。

【 0 0 7 2 】

第 1 酸化物層 4 1 を構成する Cr 酸化物は、結晶質であることが好ましい。これによって、電解セル 1 0 0 を長時間作動させたとしても、Cr 酸化物が非晶質から結晶質へ相転移することで第 1 酸化物層 4 1 が破損してしまうことを回避できる。

【 0 0 7 3 】

第 1 酸化物層 4 1 を構成する Cr 酸化物は、スピネル型又はコランダム型の結晶構造を

50

有していることが好ましい。これらの結晶構造は対称性が高いため、第1酸化物層41の耐熱応力性を向上させることができる。

【0074】

第1酸化物層41は、Cr酸化物を含むペーストを本体部40の第1主面401上に塗布した後、熱処理を施すことによって形成することができる。熱処理の条件は適宜設定することができるが、例えば、600以上1100以下、0.5時間以上24時間以下とすることができる。

【0075】

第2酸化物層42は、本体部40の第2主面402上に形成されている。電解セル100をスタック化した場合、第2酸化物層42は、下方に配置されるセル本体部（図示省略）と接触する。第2酸化物層42は、本体部40と熱膨張係数が異なる。本実施形態において、第2酸化物層42は、本体部40よりも熱膨張係数が小さい。具体的には、第2酸化物層42は、第1酸化物層41と実質的に同じ熱膨張係数を有する。第2酸化物層42は、Crを主成分とする酸化物によって構成される。

10

【0076】

第2酸化物層42の材質は、上述した第1酸化物層41と実質的に同じであるため、詳細な説明について割愛する。

【0077】

第1酸化物層41は、セル本体部2よりも薄い。第2酸化物層42は、セル本体部2よりも薄い。第1酸化物層41の厚さは、例えば、0.1 μ m以上20 μ m以下とすることができる。また、第2酸化物層42の厚さは、例えば、0.12 μ m以上100 μ m以下とすることができる。

20

【0078】

図4に示すように、第1酸化物層41は、第2酸化物層42と厚さが異なる。具体的には、第1酸化物層41は、第2酸化物層42よりも薄い。具体的には、第1酸化物層41の厚さ t_1 に対する第2酸化物層42の厚さ t_2 の割合（ t_2/t_1 ）は、1.2以上とすることができる。また、第1酸化物層41の厚さ t_1 に対する第2酸化物層42の厚さ t_2 の割合（ t_2/t_1 ）は、20以下とすることができる。

【0079】

第1酸化物層41及び第2酸化物層42の厚さは、次のようにして測定することができる。まず、インターコネクタ4の中心を通るように幅方向（X軸方向）に沿ってインターコネクタ4を切断し、図2に示すような切断面を作成する。そして、この切断面の中央部近傍を電子顕微鏡（SEM）によって、第1酸化物層41及び第2酸化物層42のそれぞれについて、厚みの測定に適した倍率（200～20000倍）で複数枚撮影する。

30

【0080】

そして、各SEM画像を幅方向に10等分する各点において、第1酸化物層41の厚さ t_1 及び第2酸化物層42の厚さ t_2 をそれぞれ測定し、第1酸化物層41の各厚さ t_1 の平均値を第1酸化物層41の厚さ t_1 とし、第2酸化物層42の各厚さ t_2 の平均値を第2酸化物層42の厚さ t_2 とすることができる。なお、第1酸化物層41及び第2酸化物層42がともにX軸方向に延びている箇所において厚さ t_1 及び t_2 を測定する。すなわち、10等分した各点において第1酸化物層41及び第2酸化物層42の少なくとも一方がZ軸方向に延びている場合、その点から最も近い点で第1酸化物層41及び第2酸化物層42がともにX軸方向に延びている箇所厚さを測定する。

40

【0081】

図5は、インターコネクタ4の第1凸部403の拡大断面図である。図5に示すように、第1酸化物層41は、第1凸部403上に形成される第1部分41aと、第1凸部403上以外に形成される第2部分41bとを有する。第1部分41aの厚さ t_{11} は、第2部分41bの厚さ t_{12} よりも薄い。このため、インターコネクタ4と支持基板3との間の電気抵抗が大きくなることを抑制することができる。

【0082】

50

この第1部分41aの厚さ t_{11} 、及び第2部分41bの厚さ t_{12} の測定方法は、次のようにして測定することができる。まず、インターコネクタ4の中心近傍で、複数の第1凸部403を通るように幅方向(X軸方向)に沿ってインターコネクタ4を切断し、図2に示すような切断面を作成する。そして、この切断面の中央部近傍を電子顕微鏡(SEM)によって第1酸化物層41の厚みの測定に適した倍率(200~20000倍)で第1部分41a及び第2部分41bのそれぞれを撮影する。なお、図5に示すように、第1部分41aと第2部分41bとは、互いに隣り合うものをそれぞれ撮影する。第2部分41bは、第1部分41aを測定した第1凸部403から第1凸部403の幅だけ離れた位置までの間において測定する。

【0083】

10

第1酸化物層41の第1部分41aの厚さ t_{11} を任意の複数の点(例えば10点)で測定し、その平均値を第1部分41aの厚さ t_{11} とすることができる。同様に、第1酸化物層41の第2部分41bの厚さ t_{12} を任意の複数の点(例えば10点)で測定し、その平均値を第2部分41bの厚さ t_{12} とすることができる。

【0084】

上述したように構成されたインターコネクタ4は、第1酸化物層41が第2酸化物層42よりも薄い。このため、第1酸化物層41及び第2酸化物層42を形成後に室温に降温すると、インターコネクタ4に生じる熱応力によってインターコネクタ4は下方に向かって反りが発生する。この結果、電解セル100をスタック化した場合に、インターコネクタ4がその下方に配置される電解セルと確実に接触することができる。なお、下方に向かって反るとは、下方に向かってインターコネクタ4の中央部が突出するように反ることを意味する。

20

【0085】

[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。

【0086】

(a) 上記実施形態では、第1凸部403は平面視において円形状であったが、第1凸部403の形状はこれに限定されない。例えば、図6に示すように、第1凸部403は、平面視において、矩形状であってもよい。第1凸部403は、Y軸方向に延びていてもよいし、X軸方向に延びていてもよい。なお、第2凸部404も同様に、平面視において矩形状であってもよい。

30

【0087】

(b) 上記実施形態では、第1酸化物層41は、第2酸化物層42よりも薄くなるように構成されているが、インターコネクタ4の構成はこれに限定されない。例えば、第1酸化物層41は、第2酸化物層42よりも厚くなるように構成されていてもよい。この場合、インターコネクタ4を下方に突出するように反らせたい場合は、第1酸化物層41及び第2酸化物層42の熱膨張係数を、本体部40の熱膨張係数よりも大きくする。

【0088】

(c) 上記実施形態では、インターコネクタ4が下方に向かって反るように構成されていたが、インターコネクタ4の構成はこれに限定されない。すなわち、インターコネクタ4は、上方に向かって反るように構成されていてもよい。この場合、例えば、第1酸化物層41及び第2酸化物層42の熱膨張係数を、本体部40の熱膨張係数よりも小さくするとともに、第1酸化物層41を第2酸化物層42よりも厚くなるように構成する。もしくは、第1酸化物層41及び第2酸化物層42の熱膨張係数を、本体部40の熱膨張係数よりも大きくするとともに、第1酸化物層41を第2酸化物層42よりも薄くなるように構成する。

40

【0089】

(d) 上記実施形態では、電気化学セルの一例として電解セルを挙げて説明したが、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

50

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等も含まれる。

【符号の説明】

【 0 0 9 0 】

- 2 : セル本体部
- 3 : 支持基板
- 3 1 : 第 1 主面
- 3 2 : 第 2 主面
- 4 : インターコネクタ
- 4 0 : 本体部
- 4 0 1 : 第 1 主面
- 4 0 2 : 第 2 主面
- 4 0 3 : 第 1 凸部
- 4 1 : 第 1 酸化物層
- 4 2 : 第 2 酸化物層
- 1 0 0 : 電解セル

10

20

30

40

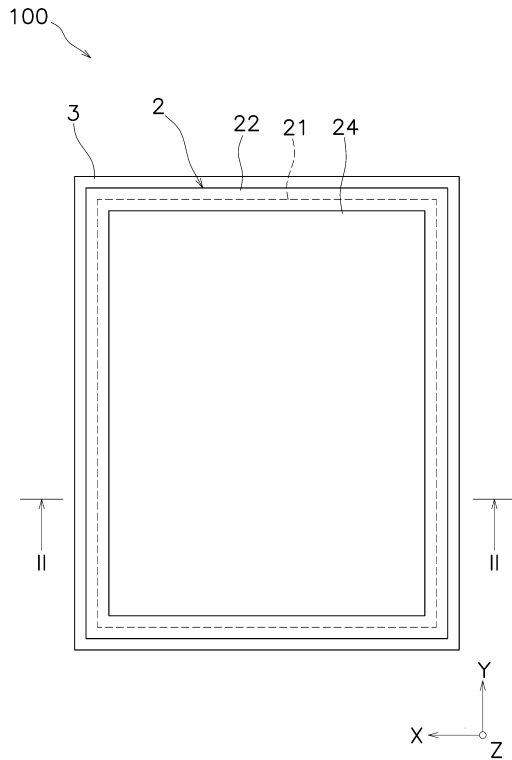
50

【要約】

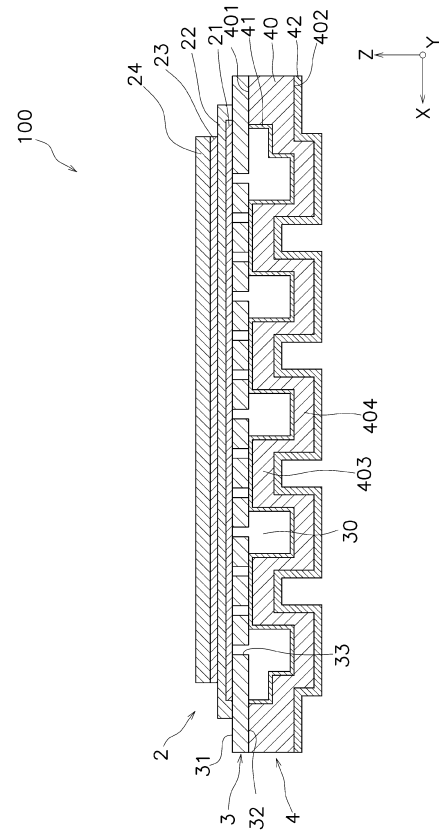
インターコネクタは、本体部、第 1 酸化物層、及び第 2 酸化物層を備える。本体部は、第 1 主面、及び第 2 主面を有する。第 2 主面は、第 1 主面と反対側の面である。第 1 酸化物層は、第 1 主面上に配置される。第 2 酸化物層は、第 2 主面上に配置される。第 2 酸化物層は、第 1 酸化物層と異なる厚さを有する。

【図面】

【 図 1 】



【 図 2 】



10

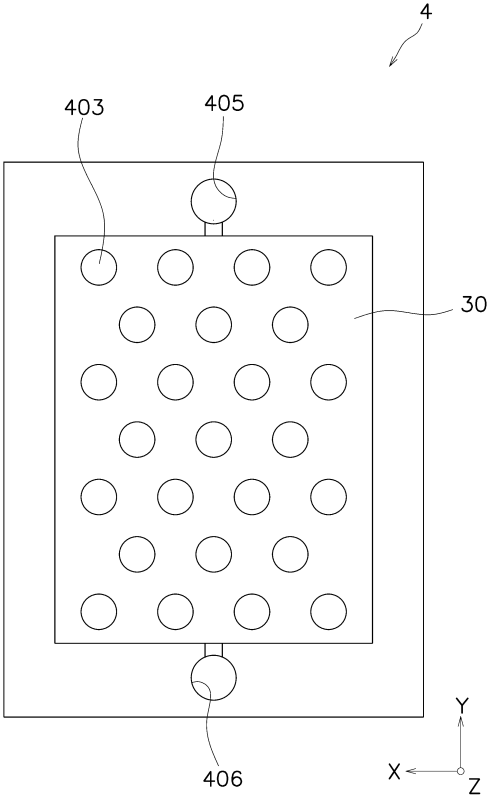
20

30

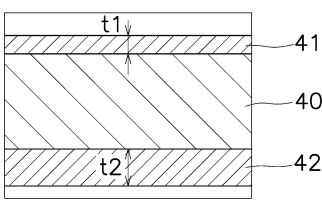
40

50

【図 3】



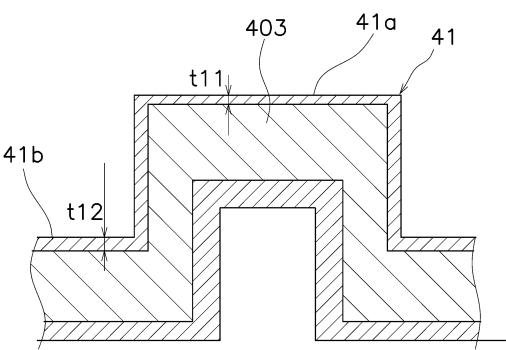
【図 4】



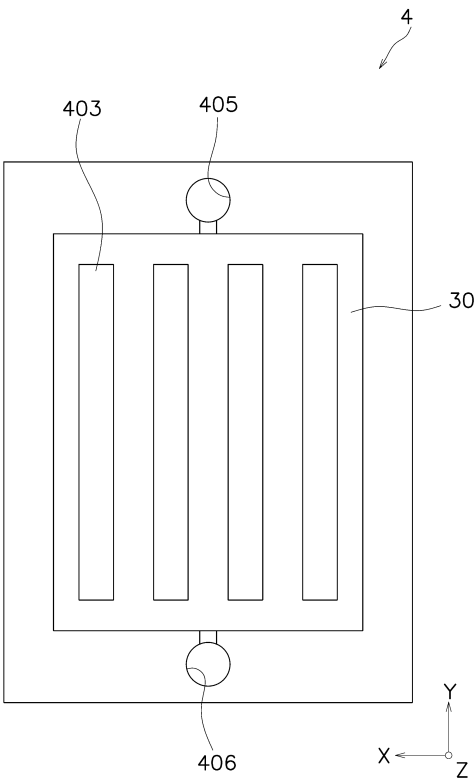
10

20

【図 5】



【図 6】



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>8/0208(2016.01)</i>	H 0 1 M	8/0208
<i>H 0 1 M</i>	<i>8/0215(2016.01)</i>	H 0 1 M	8/0215

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 池ノ谷 秀行

(56)参考文献	特開平 0 9 - 1 0 6 8 2 7 (J P , A)
	国際公開第 2 0 1 3 / 0 0 1 7 7 7 (W O , A 1)
	特開 2 0 1 8 - 2 0 6 6 9 3 (J P , A)
	米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 2 0 2 1 5 9 (U S , A 1)
	国際公開第 2 0 1 0 / 0 3 8 8 6 9 (W O , A 1)

(58)調査した分野	(Int.Cl., D B 名)
	C 2 5 B 1 / 0 0 - 1 5 / 0 8
	H 0 1 M 8 / 0 0 - 8 / 0 2 6 7