

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7004870号
(P7004870)

(45)発行日 令和4年2月4日(2022.2.4)

(24)登録日 令和4年1月6日(2022.1.6)

(51)国際特許分類

H 01 M	8/2465(2016.01)	F I	H 01 M	8/2465
H 01 M	8/2475(2016.01)		H 01 M	8/2475
H 01 M	8/12 (2016.01)		H 01 M	8/12 101
H 01 M	8/2484(2016.01)		H 01 M	8/12 102 C

H 01 M

8/2484

請求項の数 12 (全30頁)

(21)出願番号 特願2021-544179(P2021-544179)
 (86)(22)出願日 令和3年4月9日(2021.4.9)
 (86)国際出願番号 PCT/JP2021/015086
 審査請求日 令和3年7月28日(2021.7.28)
 (31)優先権主張番号 特願2020-70650(P2020-70650)
 (32)優先日 令和2年4月9日(2020.4.9)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 日本国(JP)

早期審査対象出願

(73)特許権者 000006633
 京セラ株式会社
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地
 (74)代理人 110002147
 特許業務法人酒井国際特許事務所
 今仲 和也
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地
 京セラ株式会社内
 古内 史人
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地
 京セラ株式会社内
 (72)発明者 白桃 佐典
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地
 京セラ株式会社内
 (72)発明者 審査官 守安 太郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 セルスタック装置、モジュールおよびモジュール収容装置

(57)【特許請求の範囲】**【請求項1】**

素子部を有し、第1セルを含む複数のセルと、
 クロムを含有する金属部材と、
 前記金属部材を覆う被覆層と、
 前記第1セルと前記被覆層との間に位置する接合材と
 を備え、

(1)前記被覆層は、酸化雰囲気に露出する第2外面と前記酸化雰囲気から離れて位置する第1外面とを有し、

前記第2外面が位置する前記被覆層の厚みは、前記第1外面が位置する前記被覆層の厚みよりも大きい、または、前記第2外面の表面粗さは、前記第1外面の表面粗さよりも小さい
 セルスタック装置。

【請求項2】

前記第2外面が位置する前記被覆層の厚みは、酸素を含有するガスの流路に面する部分の方が、前記流路から離れて位置する部分よりも大きい
 請求項1に記載のセルスタック装置。

【請求項3】

前記第2外面が位置する前記被覆層の厚みは、前記素子部に近い部分の方が、前記素子部から離れた部分よりも大きい
 請求項1に記載のセルスタック装置。

【請求項 4】

前記第2外面と前記金属部材との間に位置する前記被覆層は、前記第1外面と前記金属部材との間に位置する前記被覆層よりも気孔率が大きい

請求項1～3のいずれか1つに記載のセルスタック装置。

【請求項 5】

素子部を有し、第1セルを含む複数のセルと、
クロムを含有する金属部材と、
前記金属部材を覆う被覆層と、
前記第1セルと前記被覆層との間に位置する接合材と
を備え、

(2) 前記被覆層は、酸化雰囲気に露出する第2外面と前記酸化雰囲気から離れて位置する第1外面とを有し、前記被覆層は、前記金属部材の第1面および第2面に接するよう位置し、

前記被覆層の前記第1外面の表面粗さは、前記金属部材の前記第1面および／または前記第2面の表面粗さよりも大きい
セルスタック装置。

【請求項 6】

素子部を有し、第1セルを含む複数のセルと、
クロムを含有する金属部材と、
前記金属部材を覆う被覆層と、
前記第1セルと前記被覆層との間に位置する接合材と
を備え、

(3) 前記金属部材と前記被覆層との界面にMn, Ti, CaおよびAlのうち少なくとも1つの元素が位置し、前記界面におけるMn, Ti, CaおよびAlの含有率は、前記金属部材または前記被覆層におけるMn, Ti, CaおよびAlの含有率よりも大きい
セルスタック装置。

【請求項 7】

前記金属部材は、上面および側面を有し、
前記上面を覆う前記被覆層の厚みは、前記側面を覆う前記被覆層の厚みよりも大きい
請求項1～6のいずれか1つに記載のセルスタック装置。

【請求項 8】

前記金属部材は、前記第1セルを固定する孔を有し、該孔の縁は直線状部と、前記直線状部から屈曲する屈曲部とを有し、前記屈曲部を覆う前記被覆層の厚みは、前記直線状部を覆う前記被覆層の厚みよりも大きい

請求項1～7のいずれか1つに記載のセルスタック装置。

【請求項 9】

前記被覆層は、酸化雰囲気に露出する第4外面と前記酸化雰囲気から離れて位置する第3外面とを有し、

前記接合材は、前記第1セルと前記第3外面との間に位置し、

前記第4外面の表面粗さは、酸素を含有するガスの流路に面する部分の方が、前記流路から離れて位置する部分よりも大きい

請求項1～8のいずれか1つに記載のセルスタック装置。

【請求項 10】

前記被覆層は、酸化雰囲気に露出する第4外面と前記酸化雰囲気から離れて位置する第3外面とを有し、

前記接合材は、前記第1セルと前記第3外面との間に位置し、

前記第4外面の表面粗さは、前記第1セルに近い部分の方が、前記第1セルから離れた部分よりも大きい

請求項1～9のいずれか1つに記載のセルスタック装置。

【請求項 11】

10

20

30

40

50

請求項 1 ~ 1_0 のいずれか 1 つに記載のセルスタック装置と、前記セルスタック装置を収納する収納容器とを備えるモジュール。

【請求項 1 2】

請求項 1_1 に記載のモジュールと、前記モジュールの運転を行うための補機と、前記モジュールおよび前記補機を収容する外装ケースとを備えるモジュール収容装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本開示は、セルスタック装置、モジュールおよびモジュール収容装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、次世代エネルギーとして、燃料電池セルを複数有する燃料電池セルスタック装置が種々提案されている。燃料電池セルは、水素含有ガス等の燃料ガスと空気等の酸素含有ガスとを用いて電力を得ることができるセルの 1 種である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 3】

【文献】 特開 2015 - 162357 号公報

【発明の概要】

【0 0 0 4】

実施形態の一態様に係るセルスタック装置は、複数のセルと、金属部材と、被覆層と、接合材とを備える。複数のセルは、素子部を有し、第 1 セルを含む。金属部材は、クロムを含有する。被覆層は、金属部材を覆う。接合材は、第 1 セルと前記被覆層との間に位置する。セルスタック装置は、次の (1) ~ (3) のうちいずれかを満たす。

(1) 前記被覆層は、異なる位置に異なる厚みまたは異なる表面粗さを有する少なくとも 2 つの部位を有する。

(2) 前記被覆層の表面粗さは、前記金属部材の表面粗さと異なる。

(3) 前記金属部材と前記被覆層との界面に Mn, Ti, Ca および Al のうち少なくとも 1 つの元素が位置し、前記界面の Mn, Ti, Ca および Al のうち少なくとも 1 つの含有率は、前記金属部材または前記被覆層の Mn, Ti, Ca および Al 含有率と異なる。

【0 0 0 5】

また、本開示のモジュールは、上記に記載のセルスタック装置と、セルスタック装置を収納する収納容器とを備える。

【0 0 0 6】

また、本開示のモジュール収容装置は、上記に記載のモジュールと、モジュールの運転を行うための補機と、モジュールおよび補機を収容する外装ケースとを備える。

【図面の簡単な説明】

【0 0 0 7】

【図 1 A】 図 1 A は、実施形態に係るセルの一例を示す横断面図である。

【図 1 B】 図 1 B は、実施形態に係るセルの一例を空気極側からみた側面図である。

【図 1 C】 図 1 C は、実施形態に係るセルの一例をインターフェクタ側からみた側面図である。

【図 2 A】 図 2 A は、実施形態に係るセルスタック装置の一例を示す斜視図である。

【図 2 B】 図 2 B は、図 2 A に示す X - X 線の断面図である。

【図 2 C】 図 2 C は、実施形態に係るセルスタック装置の一例を示す上面図である。

【図 3 A】 図 3 A は、図 2 C に示す Y - Y 線の断面図である。

10

20

30

40

50

【図 3 B】図 3 B は、図 3 A に示すセルスタックの要部を模式的に示す拡大断面図である。

【図 4】図 4 は、図 2 C に示す Z - Z 線の断面図である。

【図 5 A】図 5 A は、金属部材の別の例を示す斜視図である。

【図 5 B】図 5 B は、金属部材の別の例を示す斜視図である。

【図 5 C】図 5 C は、金属部材の別の例とセルとの接合部を拡大した断面図である。

【図 6 A】図 6 A は、実施形態の変形例 1 に係る金属部材とセルとの接合部を拡大した断面図である。

【図 6 B】図 6 B は、実施形態の変形例 2 に係る金属部材とセルとの接合部を拡大した断面図である。

【図 6 C】図 6 C は、実施形態の変形例 3 に係る金属部材とセルとの接合部を拡大した断面図である。 10

【図 6 D】図 6 D は、実施形態の変形例 4 に係る金属部材を示す断面図である。

【図 6 E】図 6 E は、実施形態の変形例 5 に係る金属部材を示す断面図である。

【図 7 A】図 7 A は、実施形態の変形例 6 に係る金属部材の別の例とセルとの接合部を拡大した断面図である。

【図 7 B】図 7 B は、実施形態の変形例 7 に係る金属部材の別の例とセルとの接合部を拡大した断面図である。

【図 8 A】図 8 A は、実施形態の変形例 8 に係る端部集電部材を示す正面図である。

【図 8 B】図 8 B は、実施形態の変形例 9 に係る端部集電部材を示す断面図である。

【図 8 C】図 8 C は、実施形態の変形例 10 に係る端部集電部材と金属部材との接合部を拡大した断面図である。 20

【図 8 D】図 8 D は、実施形態の変形例 11 に係る端部集電部材と金属部材との接合部を拡大した断面図である。

【図 9】図 9 は、実施形態に係るモジュールの一例を示す外観斜視図である。

【図 10】図 10 は、実施形態に係るモジュール収容装置の一例を概略的に示す分解斜視図である。

【図 11 A】図 11 A は、実施形態の変形例 12 に係る平板型セルを示す斜視図である。

【図 11 B】図 11 B は、図 11 A に示す平板型セルの部分断面図である。

【図 11 C】図 11 C は、図 11 B に示す領域 A の拡大図である。

【発明を実施するための形態】 30

【0008】

以下、添付図面を参照して、本願の開示するセルスタック装置、モジュールおよびモジュール収容装置の実施形態を詳細に説明する。なお、以下に示す実施形態によりこの開示が限定されるものではない。

【0009】

また、図面は模式的なものであり、各要素の寸法の関係、各要素の比率などは、現実と異なる場合があることに留意する必要がある。さらに、図面の相互間においても、互いの寸法の関係、比率などが異なる部分が含まれている場合がある。

【0010】

<セルの構成>

まず、図 1 A ~ 図 1 C を参照しながら、実施形態に係るセルスタック装置を構成するセルとして、固体酸化物形の燃料電池セルの例を用いて説明する。 40

【0011】

図 1 A は、実施形態に係るセル 1 の一例を示す横断面図であり、図 1 B は、実施形態に係るセル 1 の一例を空気極 5 側からみた側面図であり、図 1 C は、実施形態に係るセル 1 の一例をインターコネクタ 6 側からみた側面図である。なお、図 1 A ~ 図 1 C は、セル 1 の各構成の一部を拡大して示している。

【0012】

図 1 A ~ 図 1 C に示す例において、セル 1 は中空平板型で、細長い板状である。図 1 B に示すように、セル 1 の全体を側面から見た形状は、たとえば、長さ方向 L の辺の長さが 5

10

20

30

40

50

c m ~ 5 0 c m で、この長さ方向 L に直交する幅方向 W の長さが 1 c m ~ 1 0 c m の長方形である。このセル 1 の全体の厚み方向 T の厚さは、たとえば 1 m m ~ 5 m m である。

【 0 0 1 3 】

図 1 A に示すように、セル 1 は、導電性の支持基板 2 と、素子部と、インターロネクタ 6 とを備えている。支持基板 2 は、一対の対向する平坦面 n 1 、n 2 、およびかかる平坦面 n 1 、n 2 を接続する一対の円弧状の側面 m を有する柱状である。

【 0 0 1 4 】

素子部は、支持基板 2 の平坦面 n 1 上に設けられている。かかる素子部は、燃料極 3 と、固体電解質層 4 と、空気極 5 とを有している。また、図 1 A に示す例では、セル 1 の平坦面 n 2 上にインターロネクタ 6 が設けられている。

10

【 0 0 1 5 】

また、図 1 B に示すように、空気極 5 はセル 1 の上端および下端まで延びていない。セル 1 の下端部では、固体電解質層 4 のみが表面に露出している。また、図 1 C に示すように、インターロネクタ 6 がセル 1 の上端および下端まで延びてもよい。セル 1 の下端部では、インターロネクタ 6 および固体電解質層 4 が表面に露出している。なお、図 1 A に示すように、セル 1 の一対の円弧状の側面 m における表面では、固体電解質層 4 が露出している。インターロネクタ 6 は、セル 1 の下端まで延びていなくてもよい。

【 0 0 1 6 】

以下、セル 1 を構成する各構成部材について説明する。

20

【 0 0 1 7 】

支持基板 2 は、ガスが流れるガス流路 2 a を内部に有している。図 1 A に示す支持基板 2 の例は、6 つのガス流路 2 a を有している。支持基板 2 は、ガス透過性を有し、ガス流路 2 a に流れる燃料ガスを燃料極 3 まで透過させる。支持基板 2 は導電性を有していてもよい。導電性を有する支持基板 2 は、素子部で生じた電気をインターロネクタ 6 に集電する。

【 0 0 1 8 】

支持基板 2 の材料は、たとえば、鉄族金属成分および無機酸化物を含む。たとえば、鉄族金属成分は Ni (ニッケル) および / または NiO であってもよい。無機酸化物は、たとえば特定の希土類元素酸化物であってもよい。

【 0 0 1 9 】

燃料極 3 の材料には、一般的に公知のものを使用することができる。燃料極 3 は、多孔質の導電性セラミックス、たとえば酸化カルシウム、酸化マグネシウム、または希土類元素酸化物が固溶している ZrO₂ と、Ni および / または NiO を含むセラミックスなどを用いてもよい。この希土類元素酸化物としては、たとえば、Y₂O₃、Yb₂O₃ などが用いられる。酸化カルシウム、酸化マグネシウム、または希土類元素酸化物が固溶している ZrO₂ を安定化ジルコニアと称する場合もある。安定化ジルコニアは、部分安定化ジルコニアも含む。

30

【 0 0 2 0 】

固体電解質層 4 は、電解質であり、燃料極 3 と空気極 5 との間のイオンの橋渡しをする。同時に、固体電解質層 4 は、ガス遮断性を有し、燃料ガスと酸素含有ガスとのリークを生じにくくする。

40

【 0 0 2 1 】

固体電解質層 4 の材料は、たとえば、3 モル % ~ 1 5 モル % の希土類元素酸化物が固溶した ZrO₂ であってもよい。この希土類元素酸化物としては、たとえば、Y₂O₃、Yb₂O₃ などが用いられる。なお、上記特性を有する限りにおいては、固体電解質層 4 の材料に他の材料などを用いてもよい。

【 0 0 2 2 】

空気極 5 の材料は、一般的に空気極に用いられるものであれば特に制限はない。空気極 5 の材料は、たとえば、いわゆる ABO₃ 型のペロブスカイト型酸化物などの導電性セラミックスであってもよい。

【 0 0 2 3 】

50

空気極 5 の材料は、たとえば、A サイトに Sr と La が共存する複合酸化物であってよい。このような複合酸化物の例としては、 $\text{La}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Co}_y\text{Fe}_{1-y}\text{O}_3$ 、 $\text{La}_x\text{Sr}_{1-x}\text{MnO}_3$ 、 $\text{La}_x\text{Sr}_{1-x}\text{FeO}_3$ 、 $\text{La}_x\text{Sr}_{1-x}\text{CoO}_3$ などが挙げられる。なお、 x は $0 < x < 1$ 、 y は $0 < y < 1$ である。

【 0 0 2 4 】

また、空気極 5 は、ガス透過性を有している。空気極 5 の開気孔率は、たとえば 20 % 以上、特に 30 % ~ 50 % の範囲であってよい。

【 0 0 2 5 】

インターロネクタ 6 の材料には、ランタンクロマイト系のペロブスカイト型酸化物 (LaCrO_3 系酸化物)、ランタンストロンチウムチタン系のペロブスカイト型酸化物 (LaSrTiO_3 系酸化物)などを用いてよい。これらの材料は、導電性を有し、かつ水素含有ガスなどの燃料ガスおよび空気などの酸素含有ガスと接触しても還元も酸化もされない。

10

【 0 0 2 6 】

また、インターロネクタ 6 は、緻密質であり、支持基板 2 の内部に位置するガス流路 2a を流通する燃料ガス、および支持基板 2 の外側を流通する酸素含有ガスのリークを生じにくくする。インターロネクタ 6 は、93 % 以上、特に 95 % 以上の相対密度を有していてもよい。

【 0 0 2 7 】

< セルスタック装置の構成 >

20

次に、上述したセル 1 を用いた本実施形態に係るセルスタック装置 10 について、図 2 A ~ 図 2 C を参照しながら説明する。図 2 A は、実施形態に係るセルスタック装置 10 の一例を示す斜視図であり、図 2 B は、図 2 A に示す A - A 線の断面図であり、図 2 C は、実施形態に係るセルスタック装置 10 の一例を示す上面図である。

【 0 0 2 8 】

図 2 A に示すように、セルスタック装置 10 は、セル 1 の厚み方向 T (図 1 A 参照) に配列 (積層) された複数のセル 1 を有するセルスタック 11 と、固定部材 12 とを備える。なお、セルスタック 11 は、セル 1 を 1 つ以上有していればよい。第 1 セルとしてのセル 1 を 1 つだけ有する場合も、便宜的にセルスタック 11 、セルスタック装置 10 と呼ぶ。

30

【 0 0 2 9 】

固定部材 12 は、接合材 13 と、支持部材 14 とを有する。支持部材 14 は、セル 1 を支持する。接合材 13 は、セル 1 と支持部材 14 とを接合する。また、支持部材 14 は、支持体 15 と、ガスタンク 16 とを有する。支持部材 14 である支持体 15 およびガスタンク 16 は、金属製であり導電性を有している。

【 0 0 3 0 】

図 2 B に示すように、支持体 15 は、複数のセル 1 の下端部が挿入される挿入孔 15a を有している。複数のセル 1 の下端部と挿入孔 15a の内壁とは、接合材 13 で接合されている。

【 0 0 3 1 】

ガスタンク 16 は、挿入孔 15a を通じて複数のセル 1 に反応ガスを供給する開口部と、かかる開口部の周囲に位置する凹溝 16a とを有する。支持体 15 の外周の端部は、ガスタンク 16 の凹溝 16a に充填された固定材 21 によって、ガスタンク 16 に固定されている。

40

【 0 0 3 2 】

図 2 A に示す例では、支持部材 14 である支持体 15 とガスタンク 16 とで形成される内部空間 22 に燃料ガスが貯留される。ガスタンク 16 にはガス流通管 20 が接続されている。燃料ガスは、このガス流通管 20 を通してガスタンク 16 に供給され、ガスタンク 16 からセル 1 の内部のガス流路 2a (図 1 A 参照) に供給される。ガスタンク 16 に供給される燃料ガスは、後述する改質器 102 (図 9 参照) で生成される。

【 0 0 3 3 】

50

水素リッチな燃料ガスは、原燃料を水蒸気改質などすることによって生成することができる。水蒸気改質により燃料ガスを生成する場合には、燃料ガスは水蒸気を含む。

【0034】

図2Aに示す例は、複数のセル1を有するセルスタック11が2列のセルスタック11、2つの支持体15、およびガスタンク16を備えている。2列のセルスタック11は、複数のセル1をそれぞれ有する。各セルスタック11は、各支持体15に固定されている。ガスタンク16は上面に2つの貫通孔を有している。各貫通孔には、各支持体15が配置されている。内部空間22は、1つのガスタンク16と、2つの支持体15とで形成される。

【0035】

挿入孔15aの形状は、たとえば、上面視で長円形状である。挿入孔15aは、たとえば、セル1の配列方向すなわち厚み方向Tの長さが、セルスタック11の両端に位置する2つの端部集電部材17の間の距離よりも大きい。挿入孔15aの幅は、たとえば、セル1の幅方向W(図1A参照)の長さよりも大きい。なお、挿入孔15aの形状は、セル1の配列方向に長い略矩形状であってもよい。

10

【0036】

図2Bに示すように、挿入孔15aの内壁とセル1の下端部との接合部には、接合材13が充填され、固化されている。これにより、挿入孔15aの内壁と複数個のセル1の下端部とがそれぞれ接合・固定され、また、セル1の下端部同士が接合・固定されている。各セル1のガス流路2aは、下端部で支持部材14の内部空間22と連通している。

20

【0037】

接合材13および固定材21は、ガラスなどの導電性が低いものを用いることができる。接合材13および固定材21の具体的な材料としては、非晶質ガラスなどを用いてもよく、特に結晶化ガラスなどを用いてもよい。

【0038】

結晶化ガラスとしては、たとえば、 $\text{SiO}_2 - \text{CaO}$ 系、 $\text{MgO} - \text{B}_2\text{O}_3$ 系、 $\text{La}_2\text{O}_3 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{MgO}$ 系、 $\text{La}_2\text{O}_3 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{ZnO}$ 系、 $\text{SiO}_2 - \text{CaO} - \text{ZnO}$ 系などの材料のいずれかを用いてもよく、特に $\text{SiO}_2 - \text{MgO}$ 系の材料を用いてもよい。

【0039】

また、図2Bに示すように、複数のセル1のうち隣接するセル1の間には、導電部材18が介在している。導電部材18は、隣接する一方のセル1の燃料極3と他方のセル1の空気極5とを電気的に直列に接続する。より具体的には、隣接する一方のセル1の燃料極3と電気的に接続されたインターフェクタ6と、他方のセル1の空気極5とを接続している。

30

【0040】

また、図2Bに示すように、複数のセル1の配列方向における最も外側に位置するセル1に、端部集電部材17が電気的に接続されている。端部集電部材17は、セルスタック11の外側に突出する導電部19に接続されている。導電部19は、セル1の発電により生じた電気を集電して外部に引き出す。なお、図2Aでは、端部集電部材17の図示を省略している。

【0041】

また、図2Cに示すように、セルスタック装置10は、2つのセルスタック11A、11Bが直列に接続され、一つの電池として機能する。そのため、セルスタック装置10の導電部19は、正極端子19Aと、負極端子19Bと、接続端子19Cとに区別される。

40

【0042】

正極端子19Aは、セルスタック11が発電した電力を外部に出力する場合の正極であり、セルスタック11Aにおける正極側の端部集電部材17に電気的に接続される。負極端子19Bは、セルスタック11が発電した電力を外部に出力する場合の負極であり、セルスタック11Bにおける負極側の端部集電部材17に電気的に接続される。

【0043】

接続端子19Cは、セルスタック11Aにおける負極側の端部集電部材17と、セルスタ

50

ツク 1 1 B における正極側の端部集電部材 1 7 とを電気的に接続する。

【 0 0 4 4 】

<支持体とセルとの接合>

つづいて、支持体 1 5 とセル 1 との接合について、図 3 A、図 3 B を参照しながら説明する。図 3 A は、図 2 C に示す Y - Y 線の断面図である。図 3 B は、図 3 A に示すセルスタックの要部を模式的に示す拡大断面図である。図 3 B では、支持体 1 5 を構成する基材 1 5 1 の表面を平面状に単純化して図示している。

【 0 0 4 5 】

図 3 A、図 3 B に示すように、支持体 1 5 は、接合材 1 3 を介してセル 1 と接合されている。

10

【 0 0 4 6 】

支持体 1 5 は、基材 1 5 1 と、被覆層 1 5 2 とを有している。基材 1 5 1 は、導電性および耐熱性を有する。基材 1 5 1 は、クロムを含有する。基材 1 5 1 は、たとえば、ステンレス鋼である。基材 1 5 1 は、金属部材の一例である。基材 1 5 1 は、たとえば、金属酸化物を含有してもよい。

【 0 0 4 7 】

被覆層 1 5 2 は、基材 1 5 1 を被覆する。被覆層 1 5 2 は、基材 1 5 1 の第 1 面 1 5 1 a および第 2 面 1 5 1 b に接するように位置している。

【 0 0 4 8 】

被覆層 1 5 2 は、接合材 1 3 に面する第 1 面 1 5 2 a と、酸化雰囲気（外部空間 2 3 ）に露出する第 2 面 1 5 2 b とを有している。第 1 面 1 5 2 a は、第 1 外面または第 3 外面の一例である。第 2 面 1 5 2 b は、第 2 外面または第 4 外面の一例である。

20

【 0 0 4 9 】

被覆層 1 5 2 の材料は、たとえば、無機酸化物である。無機酸化物は、たとえば、酸化アルミニウム（アルミナ）、酸化マグネシウム（マグネシア）、酸化シリコン（シリカ）、酸化ジルコニア（ジルコニア）、酸化クロム（クロミア）、酸化チタン（チタニア）およびこれらの複合酸化物などであってもよい。ジルコニアは、安定化ジルコニアでもよい。複合酸化物は、たとえばフォルステライトおよびコーディエライトなどから選択してもよい。被覆層 1 5 2 の材料は、導電率の低い材料でもよく、絶縁性の材料でもよい。被覆層 1 5 2 の材料が導電率の低い材料、または絶縁性の材料であることで、高い耐電圧および高い絶縁抵抗を有するセルスタック装置 1 0 とすることができます。

30

【 0 0 5 0 】

特にアルミナおよびフォルステライトは、基材 1 5 1 との熱膨張係数の差が小さく、温度差によって生じる熱応力が小さくなる。したがって、被覆層 1 5 2 を基材 1 5 1 に強固に接合することができ、被覆層 1 5 2 が基材 1 5 1 から剥離しにくくなる。

【 0 0 5 1 】

被覆層 1 5 2 は、接合材 1 3 と基材 1 5 1 との間に位置することにより、たとえば熱膨張率の相違に起因して接合材 1 3 と基材 1 5 1 との間で生じる応力を緩和し、接合材 1 3 におけるクラック発生を低減する。

40

【 0 0 5 2 】

ところで、被覆層 1 5 2 のうち、接合材 1 3 が位置しない第 2 面 1 5 2 b は、外部空間 2 3 に露出している。かかる外部空間 2 3 は、セル 1 の空気極 5（図 1 参照）が露出する空間であり、酸素含有ガス（空気など）で満たされる。すなわち、外部空間 2 3 は、酸化雰囲気である。

【 0 0 5 3 】

また、上記したように、基材 1 5 1 は、クロム（Cr）を含有している。たとえば、基材 1 5 1 に含まれるクロム（Cr）が酸化雰囲気（外部空間 2 3 ）に脱離すると、空気極 5 の性能が低下するおそれがある。

【 0 0 5 4 】

そこで、実施形態では、酸化雰囲気（外部空間 2 3 ）に面する被覆層 1 5 2 の厚みを大き

50

くすることができる。実施形態では、図3Bに示すように、第2面152bが位置する被覆層152の厚みt2は、第1面152aが位置する被覆層152の厚みt1よりも大きい。

【0055】

これにより、たとえば高温動作時に基材151に含まれるクロムが酸化雰囲気（外部空間23）に脱離しにくくすることができる。したがって、実施形態によれば、空気極5の耐久性を高めることができるから、セルスタック装置10の耐久性を高めることができる。

【0056】

一方で、被覆層152は、接合材13と接合されており、動作環境によっては接合材13から被覆層152が剥離することによって支持体15と接合材13との間に生じた隙間から燃料ガスがリークし、セルスタック装置10の耐久性が低下する可能性がある。

10

【0057】

そこで、実施形態では、被覆層152の表面粗さを、基材151の表面粗さよりも大きくすることができます。具体的には、たとえば、被覆層152の第1面152aの表面粗さを、基材151の第1面151aの表面粗さよりも大きくしてもよい。

【0058】

これにより、被覆層152と接合材13との密着性を高めることができる。このため、たとえば接合材13から支持体15が剥離しにくくなり、燃料ガスのリークを生じにくくすることができる。したがって、実施形態によれば、支持体15の耐久性を高めることができることから、セルスタック装置10の耐久性を高めることができる。

20

【0059】

なお、被覆層152の第2面152bの表面粗さは、第1面152aの表面粗さと同じであってもよく、異なってもよい。また、基材151の第2面151bの表面粗さは、第1面151aの表面粗さと同じであってもよく、異なってもよい。

【0060】

また、実施形態では、被覆層152の気孔率を調整することにより、被覆層152と基材151との接合強度を高めてもよい。第2面152bと基材151との間に位置する被覆層152の厚さは、第1面152aと基材151との間に位置する被覆層152の厚さよりも大きいため、第2面152bに位置する被覆層152には大きな応力が生じやすく、第1面152aに位置する被覆層152よりも基材151から剥離しやすい。具体的には、たとえば、第2面152bと基材151（の第2面151b）との間に位置する被覆層152は、第1面152aと基材151（の第1面151a）との間に位置する被覆層152よりも気孔率を大きくすることができる。

30

【0061】

これにより、第2面152bに面する被覆層152における応力緩和を高めることができることから、被覆層152と基材151との接合強度を高めることができる。このため、たとえば支持体15から被覆層152が剥離しにくくなり、基材151に含まれるクロムを酸化雰囲気（外部空間23）に脱離しにくくすることができる。したがって、実施形態によれば、空気極5の耐久性を高めることができることから、セルスタック装置10の耐久性を高めることができる。

40

【0062】

さらに、実施形態では、基材151と被覆層152との界面に位置する金属元素の含有率を調整することにより、被覆層152と接合材13との接合強度を高めてもよい。具体的には、たとえば、基材151と被覆層152との界面に相当する第1面151aおよび第2面151bには、Mn, Ti, CaおよびAlのうち、少なくとも1つの元素が位置している。また、被覆層152がMn, Ti, CaおよびAlのいずれかを主成分として含まない場合、第1面151aおよび第2面151bに位置するMn, Ti, CaおよびAlの含有率は、基材151および被覆層152に位置するMn, Ti, CaおよびAlの含有率よりも大きくてよい。これらの金属元素は、基材151と被覆層152との間で

50

相互拡散していてもよい。

【0063】

これにより、基材151と被覆層152との密着性を高めることができる。このため、たとえば基材151と被覆層152とが剥離しにくくなり、燃料ガスのリークを生じにくくすることができる。したがって、実施形態によれば、支持体15の耐久性を高めることができることから、セルスタック装置10の耐久性を高めることができる。

【0064】

なお、基材151と被覆層152との界面に位置する上述した金属元素は、単体、合金、金属酸化物または複合酸化物として位置することができる。また、かかる金属元素は、基材151側または被覆層152側のいずれに位置してもよく、基材151および被覆層152を跨ぐように位置してもよい。10

【0065】

特に、Mnは基材151の凸部、または被覆層152の凹部または気孔内に位置していてもよい。Tiは、基材151の凹部または被覆層152の気孔内に位置していてもよい。Caは、基材151の凸部、または被覆層152の凹部または気孔内に位置していてもよい。Alは、基材151の凸部、または被覆層152の凹部または気孔内に位置していてもよい。

【0066】

<支持体と端部集電部材との接合>

次に、支持体15と端部集電部材17との接合について、図4を参照しながら説明する。20

図4は、図2Cに示すZ-Z線の断面図である。

【0067】

図4に示すように、端部集電部材17は、接合材13を介して支持体15と接合されている。

【0068】

端部集電部材17は、母材171と、被覆材172とを有している。被覆材172で端部集電部材17の表面を覆うことにより、たとえば高温動作時に母材171に含まれるクロム(Cr)を酸化雰囲気(外部空間23)に脱離しにくくすることができることから、端部集電部材17の耐久性を高めることができる。

【0069】

母材171は、たとえば、クロム(Cr)を含有する導電材料である。母材171は、たとえば、ステンレス鋼であってもよい。

【0070】

被覆材172の材料は、たとえば、無機酸化物であってもよい。被覆材172は、マンガン(Mn)を含有する導電性酸化物(たとえば、Mn_{1.5}CO_{1.5}O₄、ZnMnCO₄など)であってもよい。被覆材172は、たとえば、電着塗装などによって母材171の表面に位置させることができる。

【0071】

被覆材172は、母材171を被覆する。被覆材172は、母材171の面171aおよび面171bを覆うように位置している。被覆材172は、接合材13に面する面172aと、酸化雰囲気(外部空間23)に露出する面172bとを有している。40

【0072】

被覆材172は、接合材13と母材171との間に位置することにより、たとえば熱膨張率の相違に起因して接合材13と母材171との間で生じる応力を緩和し、接合材13におけるクラック発生を低減する。

【0073】

また、母材171は、面171aに隣り合い、接合材13に面する面171cを有している。すなわち、被覆材172の一端(下端部)172eは、接合材13に面しており、内部空間22には面していない。

【0074】

実施形態では、接合材 13 に面する被覆材 172 の表面粗さを、接合材 13 に面しない被覆材 172 の表面粗さよりも大きくすることができます。具体的には、たとえば、被覆材 172 の面 172a の表面粗さを、面 172b の表面粗さよりも大きくしてもよい。

【0075】

これにより、被覆材 172 と接合材 13との密着性を高めることができます。このため、たとえば接合材 13 から端部集電部材 17 が剥離しにくくなり、燃料ガスのリークを生じにくくすることができます。したがって、実施形態によれば、端部集電部材 17 の耐久性を高めることができることから、セルスタック装置 10 の耐久性を高めることができます。

【0076】

また、実施形態では、接合材 13 に面する母材 171 の表面粗さを、接合材 13 に面する被覆材 172 の表面粗さよりも大きくすることができます。具体的には、たとえば、母材 171 の面 171c の表面粗さを、面 172a の表面粗さよりも大きくしてもよい。

10

【0077】

これにより、端部集電部材 17 と接合材 13との密着性を高めることができます。このため、たとえば接合材 13 から端部集電部材 17 が剥離しにくくなり、燃料ガスのリークを生じにくくすることができます。したがって、実施形態によれば、端部集電部材 17 の耐久性を高めることができることから、セルスタック装置 10 の耐久性を高めることができます。

【0078】

また、面 172a の表面粗さを面 171c の表面粗さよりも小さくすることにより、たとえば高温動作時に母材 171 に含まれるクロムが被覆材 172 を介して酸化雰囲気（外部空間 23）に脱離しにくくすることができます。したがって、実施形態によれば、端部集電部材 17 の耐久性を高めることができることから、セルスタック装置 10 の耐久性を高めることができます。

20

【0079】

さらに、実施形態では、面 171c の面積を面 172a の面積よりも小さくしてもよい。具体的には、たとえば、面 171c の面積 S2 を、面 172a の面積 S1 よりも小さくしてもよい。

【0080】

これにより、たとえば高温動作時に母材 171 に含まれるクロムが被覆材 172 を介して酸化雰囲気（外部空間 23）に脱離しにくくしつつ、接合材 13 から端部集電部材 17 が剥離しにくくなることで燃料ガスのリークを生じにくくすることができます。したがって、実施形態によれば、端部集電部材 17 の耐久性を高めることができることから、セルスタック装置 10 の耐久性を高めることができます。

30

【0081】

なお、母材 171 の面 171b の表面粗さは、面 171a の表面粗さよりも小さくすることができます。たとえば、面 171b の表面粗さを面 171a の表面粗さよりも小さくすると、たとえば高温動作時に母材 171 に含まれるクロムが被覆材 172 の面 171b を介して酸化雰囲気（外部空間 23）に脱離しにくくすることができます。なお、面 171a, 171b の表面粗さは、同じであってもよい。

【0082】

さらに、母材 171 が、被覆材 172 および接合材 13 に面するように位置する酸化物層 173 を有してもよい。酸化物層 173 は、たとえば、酸化クロム（Cr₂O₃）で構成される自然酸化膜であってもよい。

40

【0083】

酸化物層 173 は、たとえば還元雰囲気下でも構成元素が還元反応を起こすことはほとんどない。酸化物層 173 を有することにより、たとえば還元雰囲気（内部空間 22）に露出する面から母材 171 の構成元素が脱離しにくくすることができます。したがって、実施形態によれば、端部集電部材 17 の耐久性を高めることができることから、セルスタック装置 10 の耐久性を高めることができます。

【0084】

50

一方、支持体 15 は、図 2 C に示すように、上面視で長円形状の挿入孔 15 a を埋める接合材 13 の周囲を囲むように位置している。支持体 15 の挿入孔 15 a は、第 1 方向としてのセル 1 の配列方向すなわち厚み方向 T (図 1 A 参照) に沿って直線状に延びる直線状部 (第 1 部分 15 A) と、第 1 方向から屈曲する屈曲部 (第 2 部分 15 B) とを有している。セル 1 は、支持体 15 の第 1 部分 15 A と向かい合うように位置しており、端部集電部材 17 は、支持体 15 の第 2 部分 15 B と向かい合うように位置している。

【 0 0 8 5 】

実施形態では、支持体 15 の第 2 部分 15 B に位置する被覆層 15 2 の厚みが、第 1 部分 15 A に位置する被覆層 15 2 の厚みよりも大きくてよい。具体的には、第 1 面 15 2 a が位置する被覆層 15 2 の厚み t 1 (図 3 B 参照) は、第 2 部分 15 B の方が第 1 部分 15 A よりも大きい。10

【 0 0 8 6 】

上面視で屈曲している支持体 15 の第 2 部分 15 B では、第 1 部分 15 A と比較して各部材の熱膨張差による応力が集中しやすい。このように、支持体 15、特に挿入孔 15 a の上面視した形状に応じて、第 1 面 15 2 a が位置する被覆層 15 2 の厚みを異ならせることにより、たとえば第 2 部分 15 B における応力の集中を緩和することができる。したがって、実施形態によれば、支持体 15 の耐久性を高めることができることから、セルスタック装置 10 の耐久性を高めることができる。

【 0 0 8 7 】

なお、実施形態では、内面 15 1 e は、還元雰囲気 (内部空間 22) に露出しているとして説明したが、これに限らず、たとえば、内面 15 1 e を覆うように位置する被覆層を有してもよい。20

【 0 0 8 8 】

< 各種変形例 >

つづいて、実施形態の各種変形例に係る支持体 15 について、図 5 A ~ 図 7 B を参照しながら説明する。図 5 A、図 5 B は、金属部材の別の例を示す斜視図である。

【 0 0 8 9 】

図 5 A に示すような平板状の支持体 15 を用いる場合には、たとえばガスタンク 16 (図 2 A 参照) を平板状である支持体 15 の下面または側面に接合することによって内部空間 22 (図 4 C 参照) が形成される。また、図 5 B に示す支持体 15 は、複数の挿入孔 15 a を有している。この場合、支持体 15 の複数の挿入孔 15 a のそれぞれにセル 1 が 1 つずつ挿入されていてよいし、支持体 15 の複数の挿入孔 15 a のそれぞれにセル 1 が複数個ずつ挿入されていてよい。30

【 0 0 9 0 】

図 5 C は、金属部材の別の例とセルとの接合部を拡大した断面図である。図 5 C に示すように、支持体 15 は平板状を有している。支持体 15 は、接合材 13 を介してセル 1 と接合されている。

【 0 0 9 1 】

支持体 15 は、基材 15 1 と、被覆層 15 2 を有している。基材 15 1 は、第 1 面 15 1 a と、第 2 面 15 1 b と、内面 15 1 e とを有している。第 1 面 15 1 a および第 2 面 15 1 b は、被覆層 15 2 に面している。内面 15 1 e は、還元雰囲気 (内部空間 22) に面している。40

【 0 0 9 2 】

被覆層 15 2 は、基材 15 1 を被覆する。被覆層 15 2 は、基材 15 1 の第 1 面 15 1 a と接合材 13 との間に位置している。また、被覆層 15 2 は、基材 15 1 の第 2 面 15 1 b と酸化雰囲気 (外部空間 23) との間に位置している。被覆層 15 2 は、第 1 面 15 2 a と第 2 面 15 2 b とを有している。第 1 面 15 1 a は、接合材 13 に面している。第 2 面 15 1 b は、酸化雰囲気 (外部空間 23) に面している。

【 0 0 9 3 】

また、接合材 13 は、セル 1 と支持体 15 とを接合する。接合材 13 は、セル 1 の固体電50

解質層4(図1A参照)と支持体15の被覆層152との間に位置し、セル1と被覆層152の第1外面としての第1面152aとを接合する。

【0094】

実施形態に係る支持体15では、酸化雰囲気(外部空間23)に露出する被覆層152の第2面152bが位置する被覆層152の厚みt2は、接合材13に面する第1面152aが位置する被覆層152の厚みt1よりも大きい。

【0095】

これにより、たとえば高温動作時に基材151に含まれるクロムが酸化雰囲気(外部空間23)に脱離しにくくすることができる。したがって、実施形態によれば、空気極5の耐久性を高めることができるから、セルスタック装置10の耐久性を高めることができる。10

【0096】

一方で、被覆層152は、接合材13と接合されており、動作環境によっては接合材13から被覆層152が剥離することによって支持体15と接合材13との間に生じた隙間から燃料ガスのリークが生じ、セルスタック装置10の耐久性が低下する可能性がある。

【0097】

そこで、実施形態では、被覆層152の表面粗さを、基材151の表面粗さよりも大きくすることができます。具体的には、たとえば、被覆層152の第1面152aの表面粗さを、基材151の第1面151aおよび第2面151bの表面粗さよりも大きくしてもよい。

【0098】

これにより、被覆層152と接合材13との密着性を高めることができる。このため、たとえば接合材13から支持体15が剥離しにくくなり、燃料ガスのリークを生じにくくすることができる。したがって、実施形態によれば、支持体15の耐久性を高めることができるから、セルスタック装置10の耐久性を高めることができる。20

【0099】

なお、基材151の第2面151bの表面粗さは、第1面151aの表面粗さと同じであつてもよく、異なってもよい。また、被覆層152の第2面152bの表面粗さは、第1面152aの表面粗さと同じであつてもよく、異なってもよい。例えば、第2面152bは、第1面152aよりも表面粗さを小さくしてもよい。これにより、たとえば高温動作時に基材151に含まれるクロム(Cr)が被覆層152の第2面152bを介して酸化雰囲気(外部空間23)に脱離しにくくすることができる。したがって、支持体15の耐久性を高めることができることから、セルスタック装置10の耐久性を高めることができる。30

【0100】

また、実施形態では、被覆層152の気孔率を調整することにより、被覆層152と接合材13との接合強度を高めてもよい。具体的には、たとえば、第2面152bと基材151の第2面151bとの間に位置する被覆層152は、第1面152aと基材151の第1面151aとの間に位置する被覆層152よりも気孔率を大きくすることができる。

【0101】

これにより、第2面152bに面する被覆層152における応力緩和を高めることができることから、被覆層152と接合材13との接合強度を高めることができる。このため、接合材13から支持体15が剥離しにくくなり、燃料ガスのリークを生じにくくすることができる。したがって、実施形態によれば、支持体15の耐久性を高めることができることから、セルスタック装置10の耐久性を高めることができる。40

【0102】

さらに、実施形態では、基材151と被覆層152との界面に位置する金属元素の含有率を調整することにより、被覆層152と接合材13との接合強度を高めてもよい。具体的には、たとえば、基材151と被覆層152との界面に相当する第1面151aおよび第2面151bには、Mn, Ti, CaおよびAlのうち、少なくとも1つの元素が位置している。また、第1面151aおよび第2面151bに位置するMn, Ti, Caおよび50

A 1 の含有率は、基材 1 5 1 および被覆層 1 5 2 に位置する Mn , Ti , Ca および Al の含有率よりも大きくてよい。

【 0 1 0 3 】

これにより、基材 1 5 1 と被覆層 1 5 2 との密着性を高めることができる。このため、たとえば基材 1 5 1 と被覆層 1 5 2 とが剥離しにくくなり、燃料ガスのリークを生じにくくすることができる。したがって、実施形態によれば、支持体 1 5 の耐久性を高めることができることから、セルスタック装置 1 0 の耐久性を高めることができる。

【 0 1 0 4 】

なお、基材 1 5 1 と被覆層 1 5 2 との界面に位置する上述した金属元素は、単体、合金または金属酸化物として位置することができる。また、かかる金属元素は、基材 1 5 1 側または被覆層 1 5 2 側のいずれに位置してもよく、基材 1 5 1 および被覆層 1 5 2 を跨ぐように位置してもよい。

10

【 0 1 0 5 】

また、図 5 B に示す支持体 1 5 の挿入孔 1 5 a は、セル 1 の幅方向 W (図 1 A 参照) に延びる第 1 部分 1 5 A と、第 1 方向から屈曲する第 2 部分 1 5 B と、セル 1 の配列方向すなわち厚み方向 T (図 1 A 参照) に延びる第 3 部分 1 5 C を有している。

【 0 1 0 6 】

実施形態では、支持体 1 5 の第 2 部分 1 5 B に位置する被覆層 1 5 2 の厚みが、第 1 部分 1 5 A および第 3 部分 1 5 C に位置する被覆層 1 5 2 の厚みよりも大きくてよい。具体的には、第 1 面 1 5 2 a が位置する被覆層 1 5 2 の厚み t 1 (図 5 C 参照) は、第 2 部分 1 5 B の方が第 1 部分 1 5 A および第 3 部分 1 5 C よりも大きい。

20

【 0 1 0 7 】

上面視で屈曲している支持体 1 5 の第 2 部分 1 5 B では、第 1 部分 1 5 A および第 3 部分 1 5 C と比較して各部材の熱膨張差による応力が集中しやすい。このように、支持体 1 5 、特に挿入孔 1 5 a の上面視した形状に応じて被覆層 1 5 2 の厚みを異ならせることにより、たとえば第 2 部分 1 5 B に応じて、第 1 面 1 5 2 a における応力の集中を緩和することができる。したがって、実施形態によれば、支持体 1 5 の耐久性を高めることができることから、セルスタック装置 1 0 の耐久性を高めることができる。

【 0 1 0 8 】

図 6 A ~ 図 6 E は、実施形態の変形例 1 ~ 5 に係る金属部材とセルとの接合部を拡大した断面図である。図 7 A 、図 7 B は、実施形態の変形例 6 、7 に係る金属部材の別の例とセルとの接合部を拡大した断面図である。

30

【 0 1 0 9 】

図 6 A 、図 7 A に示すように、支持体 1 5 の被覆層 1 5 2 は、第 1 面 1 5 2 a と第 2 面 1 5 2 b との間に位置する中間面 1 5 2 c をさらに有してもよい。

【 0 1 1 0 】

中間面 1 5 2 c は、被覆層 1 5 2 に面している。中間面 1 5 1 c は、たとえば、第 1 面 1 5 2 a よりも表面粗さが小さくてよい。中間面 1 5 2 c は、第 1 面 1 5 2 a よりも酸化雰囲気に近い部位に位置している。接合材 1 3 に面する被覆層 1 5 2 のうち、酸化雰囲気から離れた部位に位置する第 1 面 1 5 2 a よりも中間面 1 5 2 c の表面粗さを小さくすることにより、たとえば、高温動作時に基材 1 5 1 に含まれるクロム (Cr) が被覆層 1 5 2 を介して酸化雰囲気 (外部空間 2 3) に脱離しにくくすることができる。したがって、実施形態によれば、支持体 1 5 の耐久性を高めることができることから、セルスタック装置 1 0 の耐久性を高めることができる。なお、中間面 1 5 2 c に位置する被覆層 1 5 2 の表面粗さは、たとえば第 2 面 1 5 2 b の表面粗さと同じであってもよい。また、中間面 1 5 2 c が、たとえば第 1 面 1 5 2 a および第 2 面 1 5 2 b の中間の表面粗さを有していてもよい。

40

【 0 1 1 1 】

また、中間面 1 5 2 c が位置する被覆層 1 5 2 は、たとえば、第 1 面 1 5 2 a が位置する被覆層 1 5 2 よりも厚みが大きくてよい。中間面 1 5 2 c は、第 1 面 1 5 2 a よりも酸

50

化雰囲気に近い部位に位置している。接合材 13 に面する被覆層 152 のうち、酸化雰囲気から離れた部位に位置する第 1 面 152a よりも中間面 152c の厚みを大きくすることにより、たとえば、高温動作時に基材 151 に含まれるクロム (Cr) が被覆層 152 を介して酸化雰囲気 (外部空間 23) に脱離しにくくすることができる。したがって、実施形態によれば、支持体 15 の耐久性を高めることができることから、セルスタック装置 10 の耐久性を高めることができる。なお、中間面 152c に位置する被覆層 152 の厚みは、たとえば第 2 面 152b の厚み t_2 (図 3B 参照) と同じであってもよい。また、中間面 152c が、たとえば厚み t_1 , t_2 の中間の厚みを有していてもよい。

【0112】

一方、図 6B、図 7B に示すように、支持体 15 の被覆層 152 は、第 1 面 152a と第 2 面 152b との間に位置する中間面 152d をさらに有してもよい。

10

【0113】

中間面 152d は、酸化雰囲気 (外部空間 23) に露出している。中間面 152d は、たとえば、第 2 面 152b よりも表面粗さが大きい。このように中間面 152d を有する場合であっても、たとえば高温動作時に基材 151 に含まれるクロム (Cr) が酸化雰囲気 (外部空間 23) に脱離しにくくすることができる。したがって、実施形態によれば、支持体 15 の耐久性を高めることができることから、セルスタック装置 10 の耐久性を高めることができる。なお、中間面 152d の表面粗さは、たとえば第 1 面 152a の表面粗さと同じであってもよい。また、中間面 152d が、たとえば第 1 面 152a と第 2 面 152b との中間の表面粗さを有していてもよい。

20

【0114】

また、図 6A、図 6B、図 7A、図 7B に示す各変形例では、中間面 152c, 152d の一方のみを有する例について示したが、中間面 152c, 152d の両方を有してもよい。

【0115】

また、図 6C に示すように、被覆層 152 のうち、酸化雰囲気 (外部空間 23) に露出する第 2 面 152b が、被覆層 152 の厚みの異なる面 152b1, 152b2 を有してもよい。

【0116】

面 152b2 は、面 152b1 よりもセル 1 の素子部から離れて位置している。素子部に近い面 152b1 では、素子部から離れた面 152b2 よりも高温になりやすく、基材 151 に含まれるクロム (Cr) が酸化雰囲気 (外部空間 23) に脱離しやすくなる。そこで、面 152b1 が位置する被覆層 152 の厚みを、素子部から離れた面 152b2 が位置する被覆層 152 の厚みよりも大きくすることができる。

30

【0117】

面 152b1 が位置する被覆層 152 の厚みを、面 152b2 が位置する被覆層 152 の厚みよりも大きくすることにより、たとえば高温動作時に基材 151 に含まれるクロム (Cr) を酸化雰囲気 (外部空間 23) に脱離しにくくすることができる。したがって、実施形態によれば、支持体 15 の耐久性を高めることができることから、セルスタック装置 10 の耐久性を高めることができる。

40

【0118】

また、素子部に近い面 152b1 の表面粗さを、素子部から離れた面 152b2 の表面粗さよりも大きくしてもよい。面 152b1 の表面粗さを大きくすることにより、素子部の近傍に位置する酸素含有ガス (空気) の流れを変化させて、酸素含有ガス (空気) の滞留時間を長くすることができます。したがって、実施形態によれば、空気極 5 による酸素の取り込みを促すことができることから、セルスタック装置 10 の反応効率を高めることができます。

【0119】

なお、図 6C に示した例では、面 152b1, 152b2 の境界を支持体 15 の上端部分に位置させたが、これに限られない。たとえば、図 2C に示すようにセルスタック装置 1

50

0を上面視したときに視認できる上面を面152b1とし、面152b1の側方に位置する側面を面152b2としてもよい。また、高温動作時における到達温度が所定値以上となる部分を面152b1とし、その他の部分を面152b2としてもよい。さらに、酸素含有ガス(空気)の流路(不図示)に面する部分を面152b1とし、その他の部分を面152b2としてもよい。

【0120】

また、図6Dに示すように、支持体15の被覆層152は、第1面152aと第2面152bとの間に位置する接続面152fをさらに有してもよい。接続面152fは、被覆層152の厚みを徐々に異ならせることで第1面152aと第2面152bとを連続的に接続している。このように被覆層152が接続面152fを有することにより、支持体15の耐久性を高めることができることから、セルスタック装置10の耐久性を高めることができる。10

【0121】

なお、接続面152fは、第1面152aとともに接合材13に面していてもよい。また、接続面152fは、第2面152bとともに酸化雰囲気(外部空間23)に露出してもよい。さらに、接続面152fは、接合材13に面する部分と、酸化雰囲気(外部空間23)に露出する部分とを有していてもよい。

【0122】

また、図6Eに示すように、被覆層152の厚さは、一定であってもよい。かかる場合であっても、第1面152aおよび第2面152bの表面粗さを上記したように異ならせることにより、支持体15の耐久性を高めることができることから、セルスタック装置10の耐久性を高めることができる。また、第1面152aおよび第2面152bがそれぞれ位置する部分P1, P2における被覆層152の気孔率を上記したように異ならせることにより、支持体15の耐久性を高めることができることから、セルスタック装置10の耐久性を高めることができる。20

【0123】

また、図6Eに示すように、第1面152aおよび第2面152bの間に位置する面152gが、第1面152aおよび第2面152bの中間の表面粗さを有してもよい。また、面152gが位置する被覆層152の部分P3における気孔率が、部分P1, P2の中間の気孔率を有してもよい。このように面152gを位置させることにより、支持体15の耐久性を高めることができることから、セルスタック装置10の耐久性を高めができる。30

【0124】

図8Aは、実施形態の変形例8に係る端部集電部材を示す正面図である。図8Bは、実施形態の変形例9に係る端部集電部材を示す断面図である。

【0125】

図8Aに示すように、上面から見たときに視認できる端部集電部材17の上端17aは、角部17a1にアールが施されてもよい。

【0126】

また、図8Bに示すように、端部集電部材17の下端17bは、セル1の配列する方向にに対して傾斜した端面17fを有することにより、端部17eの幅が端部集電部材17の厚みよりも小さくなるように位置している。このため、固化前の接合材13に対し、端部集電部材17を円滑に挿入することができる。40

【0127】

図8C、図8Dは、実施形態の変形例10、11に係る端部集電部材と金属部材との接合部を拡大した断面図である。

【0128】

図8Cに示すように、被覆材172は、端部集電部材17の被覆材172の一端(下端部)172eに位置し、母材171の面171a(面171c)と被覆材172の面172aとを接続する面172fを有してもよい。

【0129】

また、図8Dに示すように、被覆材172は、端部集電部材17の被覆材172の一端（下端部）172e側に位置し、面172aから離れる方向に突出し、接合材13に面する突出部172gを有してもよい。

【0130】

このように被覆材172が面172fまたは突出部172gを有することにより、被覆材172と接合材13との接触面積が増大する。これにより、端部集電部材17の耐久性を高めることができることから、セルスタック装置10の耐久性を高めることができる。なお、図8Cおよび図8Dでは、被覆材172が面172fまたは突出部172gを有するとして図示したが、被覆材172が面172fおよび突出部172gを有してもよい。

10

【0131】

<評価方法>

ここで、上記した支持体15および端部集電部材17の各面および後述する各面の厚みは、各面に垂直な断面の画像解析により算出する。まず、支持体15および接合材13、あるいは端部集電部材17および接合材13を切り出して、樹脂に埋め込み、面粗さを計測する面に垂直な断面を研磨砥粒、ラッピングフィルム（8000程度）等を用いて研磨し、鏡面状態の断面を得る。得られた断面を、SEM（走査型電子顕微鏡）、光学式顕微鏡等を用いて撮影し、得られた画像を画像解析することで各面の厚みをそれぞれ測定することができる。

【0132】

また、上記した支持体15および端部集電部材17の各面および後述する各面の表面粗さの大小は、JIS B0633；2001に規定された算術平均粗さRaに基づいて判定することができる。算術平均粗さRaは、各面の厚みと同様にして、各面に垂直な断面の画像解析により算出することができる。

20

【0133】

また、被覆層152の各部分における気孔率は、例えば、被覆層152の各部分の断面をSEM（走査型電子顕微鏡）で観察した画像を画像解析し、画像全体の面積に対する気孔の合計面積の割合として算出することができる。

【0134】

また、支持体15の各部分におけるMn, Ti, CaおよびAlの含有率は、たとえばセル1から支持体15の各部分を切りとり、または削りとり、ICP発光分光分析等の元素分析により確認できる。また、支持体15の断面を、電子プローブマイクロアナライザー（EPMA）、波長分散型X線分光（WDS）またはエネルギー分散型X線分光（EDS）などで元素分析することにより、算出することができる。

30

【0135】

<被覆層の厚み>

上記したように算出された被覆層152の厚みは、たとえば、支持体15の全体を平均して $2\text{ }\mu\text{m} \sim 400\text{ }\mu\text{m}$ とすることができる。

【0136】

<各面の表面粗さ>

上記したように算出された各面の表面粗さ（算術平均粗さRa）は、たとえば、 $0.1\text{ }\mu\text{m} \sim 30\text{ }\mu\text{m}$ であってもよい。第1面152aおよび第2面152bのうち、一方の表面粗さ（算術平均粗さRa）が、たとえば、 $0.1\text{ }\mu\text{m} \sim 30\text{ }\mu\text{m}$ であってもよい。さらに、後述する各面についても、上記した各面と同程度の表面粗さ（算術平均粗さRa）とすることができる。

40

【0137】

<被覆層の気孔率>

上記したように算出された被覆層152および後述する被覆層の気孔率は、たとえば、支持体15の全体を平均して10面積%～40面積%とすることができます。

【0138】

50

なお、被覆層 152 は、たとえば開口幅が 10 μm 以下のクラックを有してもよい。また、かかるクラックの内部には、接合材 13 が位置してもよい。クラックの内部に接合材 13 が位置することにより、たとえば、支持体 15 の耐久性を高めることができることから、セルスタック装置 10 の耐久性を高めることができる。

【0139】

(Mn, Ti, Ca および Al の含有率)

上記したように算出された支持体 15 および後述する支持部材における Mn, Ti, Ca および Al の含有率は、たとえば、支持体 15 の全体を平均して 0.01 質量% ~ 1.0 質量% とすることができる。また、基材 151 および被覆層 152 の界面、基材 151、被覆層 152 における Mn, Ti, Ca および Al の含有率はそれぞれ、たとえば、0.1 質量% ~ 3.0 質量% (界面)、0.01 質量% ~ 1.0 質量% (基材 151)、0.01 質量% ~ 1.0 質量% (被覆層 152) とすることができる。10

【0140】

(製法)

実施形態に係る被覆層 152 は、たとえば、溶射法、蒸着法、電着法、スパッタリング法などの方法で位置させることができる。また、たとえば基材 151 表面に被覆材料を塗装し、その後焼成させて被覆層 152 としてもよい。

【0141】

また、被覆層 152 の第 1 面 152a および第 2 面 152b は、たとえば、第 1 面 152a および第 2 面 152b に対応する基材 151 の第 1 面 151a および第 2 面 151b の表面粗さの相違に基づいて形成することができる。また、第 2 面 152b に相当する部分の厚さを第 1 面 152a に相当する部分の厚さよりも大きくすることで形成してもよい。また、たとえば被覆層 152 表面のうち、第 2 面 152b に相当する部分に研磨処理を行うことで第 2 面 152b を形成し、残りの部分を第 1 面 152a としてもよい。さらに、上記した被覆層 152 の形成時における各種条件を変更することで第 1 面 152a および第 2 面 152b をそれぞれ形成してもよい。さらに、その他の面についても、上記した第 1 面 152a および第 2 面 152b の製法および公知の手法を適宜組み合わせて形成することができる。20

【0142】

<モジュール>

次に、上述したセルスタック装置 10 を用いた本開示の実施形態に係るモジュール 100 について、図 9 を用いて説明する。図 9 は、実施形態に係るモジュールを示す外観斜視図であり、収納容器 101 の一部である前面および後面を取り外し、内部に収納される燃料電池のセルスタック装置 10 を後方に取り出した状態を示している。30

【0143】

図 9 に示すように、モジュール 100 は、収納容器 101、および収納容器 101 内に収納されたセルスタック装置 10 を備えている。また、セルスタック装置 10 の上方には、改質器 102 が配置されている。

【0144】

かかる改質器 102 は、天然ガスや灯油などの原燃料を改質して燃料ガスを生成し、セル 1 に供給する。原燃料は、原燃料供給管 103 を通じて改質器 102 に供給される。なお、改質器 102 は、水を気化させる気化部 102a と、改質部 102b とを備えていてよい。改質部 102b は、図示しない改質触媒を備えており、原燃料を燃料ガスに改質する。このような改質器 102 は、効率の高い改質反応である水蒸気改質を行うことができる。40

【0145】

そして、改質器 102 で生成された燃料ガスは、ガス流通管 20、ガスタンク 16、および支持部材 14 を通じて、セル 1 のガス流路 2a (図 1A 参照) に供給される。

【0146】

また、上述の構成のモジュール 100 では、ガスの燃焼およびセル 1 の発電に伴い、通常

発電時におけるモジュール100内の温度が500～1000程度となる。

【0147】

このようなモジュール100においては、上述したように、電池性能の低下を低減するセルスタック装置10を収納して構成されることにより、電池性能の低下を低減するモジュール100とすることができます。

【0148】

<モジュール収容装置>

図10は、実施形態に係るモジュール収容装置の一例を示す分解斜視図である。実施形態に係るモジュール収容装置110は、外装ケース111と、図11で示したモジュール100と、図示しない補機と、を備えている。補器は、モジュール100の運転を行う。モジュール100および補器は、外装ケース111内に収容されている。なお、図10においては一部構成を省略して示している。

10

【0149】

図10に示すモジュール収容装置110の外装ケース111は、支柱112と外装板113とを有する。仕切板114は、外装ケース111内を上下に区画している。外装ケース111内の仕切板114より上側の空間は、モジュール100を収容するモジュール収容室115であり、外装ケース111内の仕切板114より下側の空間は、モジュール100を運転する補機を収容する補機収容室116である。なお、図10では、補機収容室116に収容する補機を省略して示している。

20

【0150】

また、仕切板114は、補機収容室116の空気をモジュール収容室115側に流すための空気流通口117を有している。モジュール収容室115を構成する外装板113は、モジュール収容室115内の空気を排気するための排気口118を有している。

【0151】

このようなモジュール収容装置110においては、上述したように、電池性能の低下を低減するモジュール100をモジュール収容室115に備えていることにより、電池性能の低下を低減するモジュール収容装置110とすることができます。

【0152】

<その他の変形例>

つづいて、実施形態のその他の変形例に係るセルスタック装置について、図11A～図11Cを参照しながら説明する。

30

【0153】

上述の実施形態では、支持基板の表面に燃料極、固体電解質層および空気極を含む素子部が1つのみ設けられたいわゆる「縦縞型」を例示したが、支持基板の表面の互いに離れた複数個所にて素子部がそれぞれ設けられ、隣り合う素子部の間が電気的に接続されたいわゆる「横縞型」のセルを積層した横縞型セルスタック装置に適用することができる。

【0154】

また、本実施形態では、中空平板型の支持基板を用いた場合を例示したが、円筒型の支持基板を用いたセルスタック装置に適用することもできる。また、後述するように、いわゆる「平板型」のセルを厚み方向に積層した平板型セルスタック装置に適用することもできる。

40

【0155】

また、上記実施形態では、支持基板上に燃料極が設けられ、空気極がセルの表面に配置された例を示したが、これとは逆の配置、すなわち支持基板上に空気極が設けられ、燃料極がセルの表面に配置されたセルスタック装置に適用することもできる。

【0156】

また、上記実施形態では、「セル」、「セルスタック装置」、「モジュール」および「モジュール収容装置」の一例として燃料電池セル、燃料電池セルスタック装置、燃料電池モジュールおよび燃料電池装置を示したが、他の例としてはそれぞれ、電解セル、電解セルスタック装置、電解モジュールおよび電解装置であってもよい。

50

【0157】

図11Aは、実施形態の変形例12に係る平板型セルを示す斜視図である。図11Bは、図11Aに示す平板型セルの部分断面図である。図11Cは、図11Bに示す領域Aの拡大図である。

【0158】

図11Aに示すように、セルスタック装置は、燃料極3、固体電解質層4および空気極5が積層されたセル1Aを有している。また、図11Bに示すように、セル1Aは、固体電解質層4が、燃料極3および空気極5に挟まれた素子部90を有している。複数の平板型セルを積層させたセルスタック装置は、たとえば複数のセル1Aが有する各素子部90が、互いに隣り合う金属層である導電部材91, 92により電気的に接続されている。導電部材91, 92は、隣接するセル1Aの素子部90同士を電気的に接続するとともに、燃料極3または空気極5にガスを供給するガス流路を有している。

10

【0159】

図11Bに示すように、平板型セルスタックは燃料ガスの流路98と酸素含有ガスの流路97とを気密に封止する封止材を有している。封止材はセルの固定部材96であり、接合材93およびフレームである支持部材94, 95を有する。接合材93は、ガラスであってもよいし、銀口ウなどの金属材料であってもよい。

【0160】

支持部材94は、燃料ガスの流路98と酸素含有ガスの流路97とを区画するいわゆるセパレータであってもよい。支持部材94, 95の材料は、例えば導電性の金属であってもよいし、絶縁性のセラミックスであってもよい。接合材93が、絶縁性の例えはガラスであった場合、支持部材94, 95は両方が金属であってもよいし、いずれか一方が絶縁性の材料であってもよい。接合材93が、導電性の金属であった場合、支持部材94, 95は両方またはいずれか一方が絶縁性の材料であってもよい。支持部材94, 95が金属であった場合、支持部材94, 95は導電部材92と一体化していてもよい。

20

【0161】

接合材93、支持部材94, 95のうちいずれか1つは絶縁性であり、平板型セルを挟む2つの導電部材91, 92を互いに電気的に絶縁している。

【0162】

本変形例に係る平板型セルは、図11Cに示すように、支持部材94と接合材93とを備える。支持部材94は、基材941と、被覆層942とを有する。基材941は、第1面941aおよび第2面941bを有し、クロムを含有する。被覆層942は、基材941の第1面941aおよび第2面941bを覆う。接合材93は、素子部90の固体電解質層4と被覆層942の第1面942aとの間に位置する。

30

【0163】

そして、被覆層942の第2面942bは、酸化雰囲気(流路97)に露出する。第2面942bが位置する被覆層942の厚みは、第1面942aが位置するよりも被覆層942の厚みよりも大きい。これにより、高温動作時に基材941に含まれるクロム(Cr)が酸化雰囲気(流路97)に脱離しにくくすることができる。したがって、実施形態によれば、支持部材94の耐久性を高めることができることから、セルスタック装置の耐久性を高めることができる。

40

【0164】

また、第1面942aの表面粗さは、第2面942bの表面粗さよりも大きくてよい。これにより、被覆層942が接合材93から剥離しにくく、あるいは接合材93が破断して燃料ガスのリークが生じにくくすることができる。したがって、実施形態によれば、支持部材94の耐久性を高めることができる。

【0165】

さらに、第2面942bが位置する被覆層942の気孔率は、第1面942aが位置するよりも被覆層942の気孔率よりも大きくてよい。これにより、高温動作時に基材941に含まれるクロム(Cr)が被覆層942を介して酸化雰囲気(流路97)に脱離しに

50

くくすることができる。したがって、実施形態によれば、支持部材 94 の耐久性を高めることができるから、セルスタック装置の耐久性を高めることができる。

【0166】

なお、図 11C に示した例では、被覆層 942 は還元雰囲気（流路 98）に面する基材 941 の面 941e を覆うように位置させているが、これに限らず、面 941e を還元雰囲気（流路 98）に露出させててもよい。

【0167】

以上、本開示について詳細に説明したが、本開示は上述の実施の形態に限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲内において、種々の変更、改良等が可能である。

【0168】

以上のように、実施形態に係るセルスタック装置 10 は、複数のセル 1 と、金属部材（基材 151）と、被覆層 152 と、接合材 13 とを備える。複数のセル 1 は、素子部を有し、第 1 セルを含む。金属部材（基材 151）は、クロムを含有する。被覆層 152 は、金属部材（基材 151）を覆う。接合材 13 は、第 1 セルと被覆層 152 との間に位置する。セルスタック装置 10 は、(1)～(3) のうちいずれかを満たす。(1) 被覆層 152 は、異なる位置に異なる厚みまたは異なる表面粗さを有する少なくとも 2 つの部位を有する。(2) 被覆層 152 の表面粗さは、金属部材の表面粗さと異なる。(3) 金属部材と被覆層との界面に Mn, Ti, Ca および Al のうち少なくとも 1 つの元素が位置し、界面の Mn, Ti, Ca および Al のうち少なくとも 1 つの含有率は、金属部材または被覆層の Mn, Ti, Ca および Al 含有率と異なる。これにより、セルスタック装置 10 の耐久性を高めることができる。

10

【0169】

また、実施形態に係るモジュール 100 は、上記に記載のセルスタック装置 10 と、セルスタック装置 10 を収納する収納容器 101 とを備える。これにより、電池性能の低下を低減するモジュール 100 とすることができます。

【0170】

また、実施形態に係るモジュール収容装置 110 は、上記に記載のモジュール 100 と、モジュール 100 の運転を行うための補機と、モジュール 100 および補機を収容する外装ケースとを備える。これにより、電池性能の低下を低減するモジュール収容装置 110 とすることができます。

30

【0171】

今回開示された実施形態は全ての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。実に、上記した実施形態は多様な形態で具現され得る。また、上記の実施形態は、添付の請求の範囲及びその趣旨を逸脱することなく、様々な形態で省略、置換、変更されてもよい。

【符号の説明】

【0172】

1	セル
10	セルスタック装置
11	セルスタック
12	固定部材
13	接合材
14	支持部材
15	支持体
16	ガスタンク
17	端部集電部材
18	導電部材
23	外部空間
100	モジュール
110	モジュール収容装置

40

50

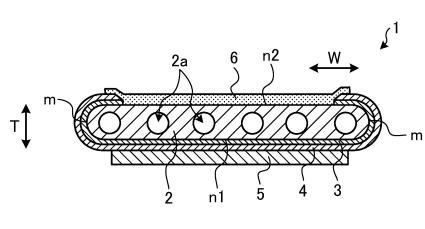
【要約】

セルスタック装置は、複数のセルと、金属部材と、被覆層と、接合材とを備える。複数のセルは、素子部を有し、第1セルを含む。金属部材は、クロムを含有する。被覆層は、金属部材を覆う。接合材は、第1セルと被覆層との間に位置する。セルスタック装置は、(1)～(3)のうちいずれかを満たす。(1)被覆層は、異なる位置に異なる厚みまたは異なる表面粗さを有する少なくとも2つの部位を有する。(2)被覆層の表面粗さは、金属部材の表面粗さと異なる。(3)金属部材と被覆層との界面にMn, Ti, CaおよびAlのうち少なくとも1つの元素が位置し、界面のMn, Ti, CaおよびAlのうち少なくとも1つの含有率は、金属部材または被覆層のMn, Ti, CaおよびAl含有率と異なる。

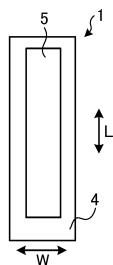
10

【図面】

【図1A】



【図1B】



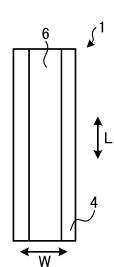
20

30

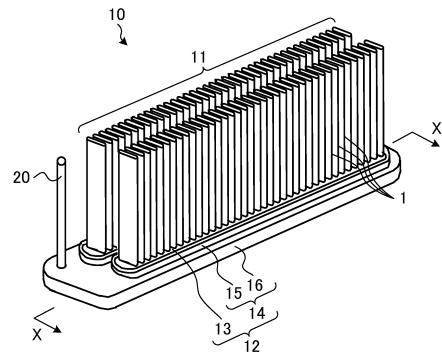
40

50

【図1C】



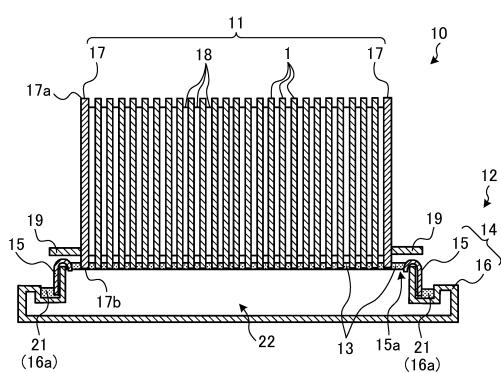
【図2A】



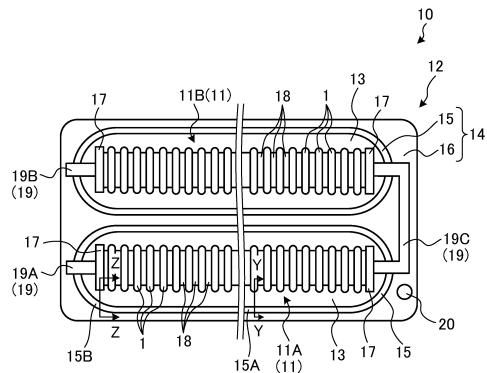
10

20

【図2B】



【图2C】

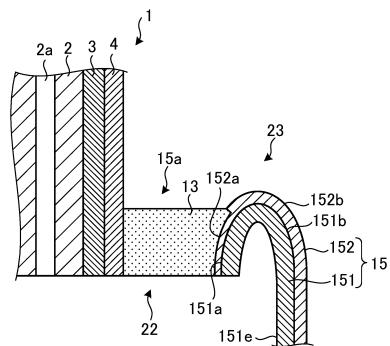


30

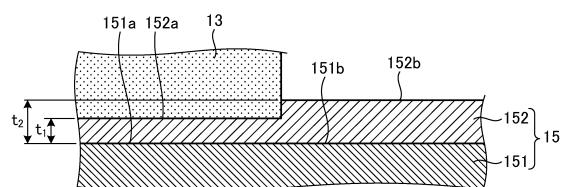
40

50

【図3A】

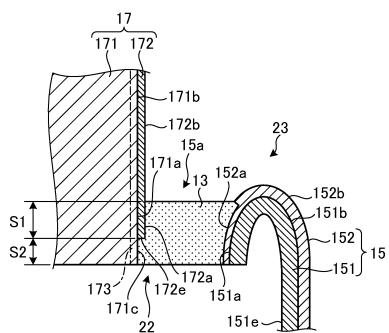


【図3B】

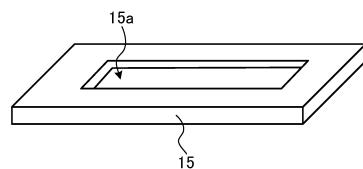


10

【 四 4 】



【図5A】



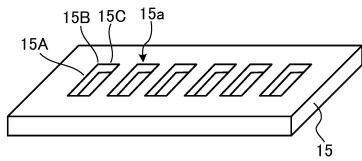
20

30

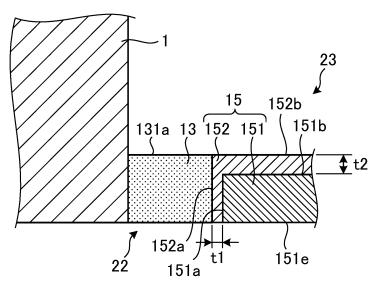
40

50

【図 5 B】

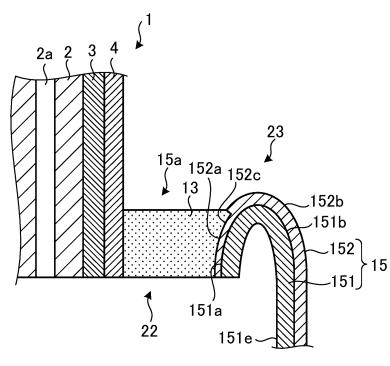


【図 5 C】

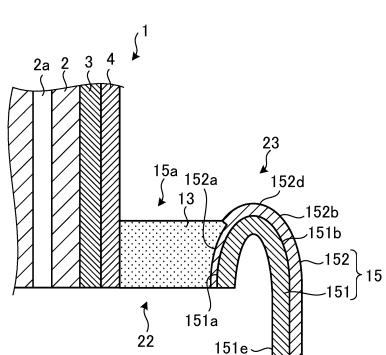


10

【図 6 A】



【図 6 B】



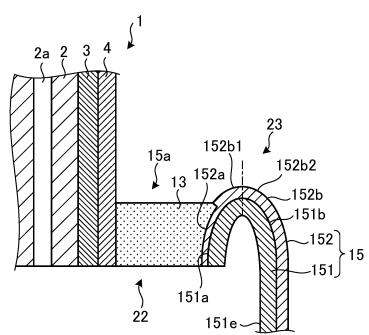
20

30

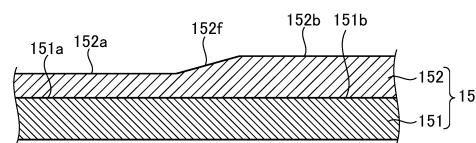
40

50

【図 6 C】



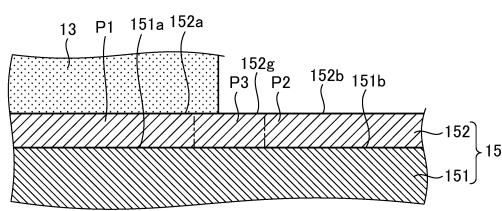
【図 6 D】



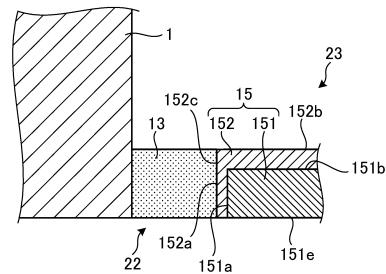
10

20

【図 6 E】



【図 7 A】

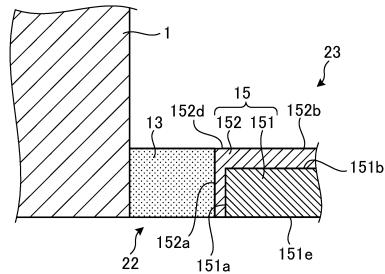


30

40

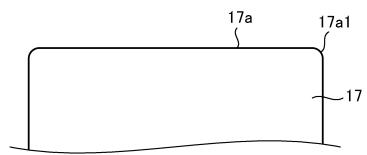
50

【図 7 B】

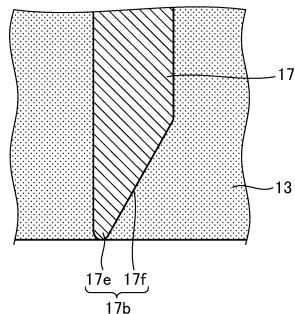


10

【図 8 A】

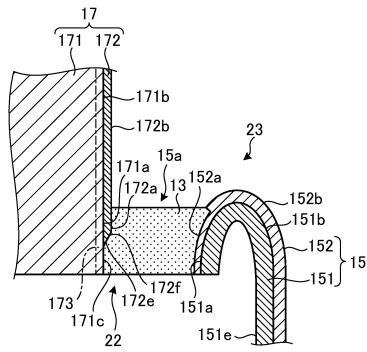


【図 8 B】



20

【図 8 C】

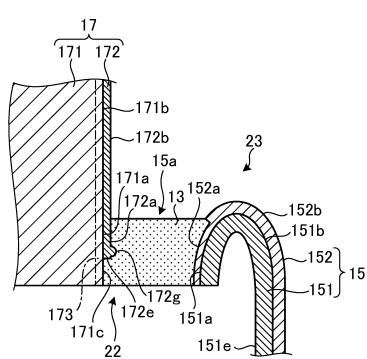


30

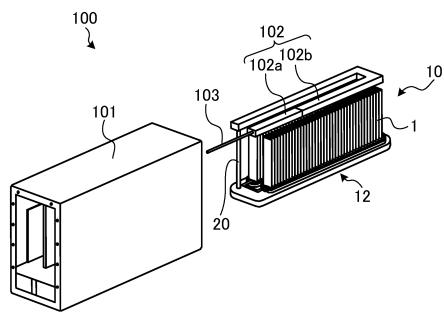
40

50

【図 8 D】

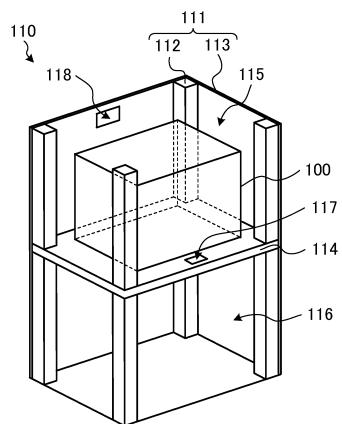


【図 9】

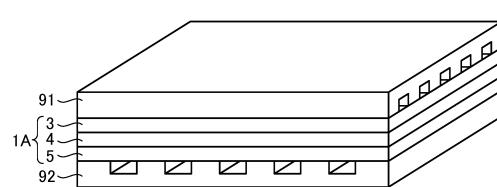


10

【図 10】



【図 11 A】



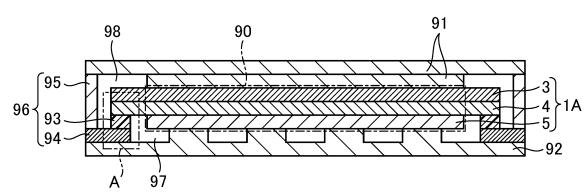
20

30

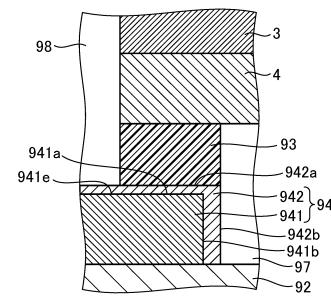
40

50

【図 1 1 B】



【図 1 1 C】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特許第6627016(JP, B1)
 特開2018-106885(JP, A)
 特開2011-150994(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01M 8 / 2465
H01M 8 / 2475
H01M 8 / 12
H01M 8 / 2484