

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6859828号
(P6859828)

(45) 発行日 令和3年4月14日(2021.4.14)

(24) 登録日 令和3年3月30日(2021.3.30)

(51) Int.Cl.		F I
HO 1 M 8/0215 (2016.01)		HO 1 M 8/0215
HO 1 M 8/0206 (2016.01)		HO 1 M 8/0206
HO 1 M 8/0228 (2016.01)		HO 1 M 8/0228
CO 1 B 32/168 (2017.01)		CO 1 B 32/168

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2017-84291 (P2017-84291)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成29年4月21日 (2017.4.21)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2018-181792 (P2018-181792A)	(74) 代理人	110000028 特許業務法人明成国際特許事務所
(43) 公開日	平成30年11月15日 (2018.11.15)	(72) 発明者	浅野 雄平 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査請求日	令和1年10月28日 (2019.10.28)	(72) 発明者	柳本 博 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		審査官	阿川 寛樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池用の金属製集電機能部材

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

集電機能を発揮する燃料電池用の金属製集電機能部材であって、
導電性の金属基材と、
該金属基材の表面を被覆する無機膜とを備え、
該無機膜は、無機材であるスズとアンチモンの結晶性の薄膜であって、炭素系導電材を20%以上の重量比濃度で膜中に分散して含有する、
燃料電池用の金属製集電機能部材。

【請求項2】

請求項1に記載の燃料電池用の金属製集電機能部材であって、
前記無機膜は、50nm以上の厚みで前記金属基材の表面を覆っている、燃料電池用の金属製集電機能部材。

【請求項3】

請求項1または請求項2に記載の燃料電池用の金属製集電機能部材であって、
前記無機膜は、前記炭素系導電材を50%以下の重量比濃度で含有する、燃料電池用の金属製集電機能部材。

【請求項4】

請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の燃料電池用の金属製集電機能部材であって、

前記無機膜は、500nm以下の厚みで前記金属基材の表面を覆っている、燃料電池用

の金属製集電機能部材。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池用の金属製集電機能部材に関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池は、プロトン伝導性を有する電解質膜をアノードとカソードの両電極で挟持した複数の発電セルを積層して備え、各発電セルに、セパレータやガス流路を形成する流路プレートを用いている。これらセパレータや流路プレートは、発電セルの発電電力の集電機能が求められる金属製集電機能部材であり、強度確保や導電性確保の上から、金属製の基材から形成されている。こうした金属製集電機能部材には、耐食性も必要であることから、例えば、導電材を含むことで電気導電性を有する樹脂膜で金属製の基材表面を被覆したセパレータが提案されている（例えば、特許文献1）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2007-266014号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0004】

特許文献1のセパレータは、樹脂膜を構成する樹脂自体が非導電性であるため、樹脂膜自体の導電性は、樹脂膜における導電材の含有状況に依存する。例えば、導電材同士の接触による導電パスが不十分であると、非導電性の樹脂では導電パスの欠損部位の導電性を補えないため、セパレータ全体として導電性の低下が危惧される。金属製の流路プレートにあっても、ガス流路を形成した上でセパレータと同様に集電機能を果たすことから、同様である。こうしたことから、表面に被覆層を備える金属製集電機能部材の導電性を確保することが要請されるに至った。

【課題を解決するための手段】

【0005】

30

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態として実現することが可能である。本発明の1つの態様は、集電機能を発揮する燃料電池用の金属製集電機能部材としての態様である。この金属製集電機能部材は、導電性の金属基材と、該金属基材の表面を被覆する無機膜とを備え、該無機膜は、無機材であるスズとアンチモンの結晶性の薄膜であって、炭素系導電材を20%以上の重量比濃度で膜中に分散して含有する。

【0006】

(1)本発明の一形態によれば、燃料電池用の金属製集電機能部材が提供される。この燃料電池用の金属製集電機能部材は、集電機能を発揮する燃料電池用の金属製集電機能部材であって、導電性の金属基材と、該金属基材の表面を被覆する無機膜とを備え、該無機膜は、導電性を有する無機材の薄膜であって、炭素系導電材を20%以上の重量比濃度で膜中に分散して含有する。

40

【0007】

この形態の燃料電池用の金属製集電機能部材によれば、膜中に分散して含有される炭素系導電材の重量比濃度を確保することで、炭素系導電材同士の接触による導電パス確保の実効性が高まる。その上で、炭素系導電材を分散・含有する無機膜自体も導電性を有する。この結果、この形態の燃料電池用の金属製集電機能部材によれば、金属基材表面に無機膜を備える金属製集電機能部材の導電性を確保することができる。

【0008】

(2)上記の形態において、前記無機膜は、50nm以上の厚みで前記基材の表面を覆っ

50

ているようにしてもよい。こうすれば、無機膜の厚み確保により、金属製の基材表面における耐食性を担保できる。

【0009】

(3) 上記の形態において、前記無機膜は、前記無機材の結晶性の薄膜であるようにしてもよい。こうすれば、無機膜における隙間の大部分は、膜が結晶性である故に、耐食をもたらし得る腐食液の分子より小さくなり得るので、腐食液による浸食を抑制できる。

【0010】

(4) 上記のいずれかの形態において、前記無機膜は、前記炭素系導電材を50%以下の重量比濃度で含有するようにしてもよい。こうすれば、炭素系導電材の使用量制限により材料コストの低減が可能であるほか、炭素系導電材同士の接触による導電パスをより高い実効性で確保できる。

10

【0011】

(5) 上記のいずれかの形態において、前記無機膜は、500nm以下の厚みで前記基材の表面を覆っているようにしてもよい。こうすれば、無機材の使用量制限により材料コストの低減が可能となる。

【0012】

なお、本発明は、種々の態様で実現することが可能である。例えば、燃料電池用の金属製集電機能部材の製造方法や、燃料電池の形態で実現することができる。

【発明の効果】

【0013】

この発明により、無機膜内において表面と金属基材とをつなぐ導電パスを形成させやすくすることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施形態が適用される燃料電池の構成を示す概略斜視図である。

【図2】図1における2-2線に沿った燃料電池セルの一部断面を示す説明図である。

【図3】図2のセパレータの一部部位を拡大してセパレータ表面の被覆層を概略的に示す説明図である。

【図4】被覆層の層厚が同一でCNT分散量が相違する評価用チタンプレートについて得た初期接触抵抗値と耐食試験後抵抗値とを対比して示す図である。

30

【図5】樹脂被覆層の層厚が同一でCNT分散量が相違する対比チタンプレートについて得た初期接触抵抗値と耐食試験結果とを対比して示す図である。

【図6】CNT分散量が同一で被覆層の層厚が相違する評価用チタンプレートについて得た初期接触抵抗値と耐食試験後抵抗値とを対比して示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

図1は本発明の実施形態が適用される燃料電池10の構成を示す概略斜視図である。燃料電池10は、燃料電池セル100をZ方向(以下、「セル積層方向」とも呼ぶ)に複数積層した燃料電池スタック105を、一对のエンドプレート170F、170Eで挟持する。燃料電池10は、その一端側のエンドプレート170Fと燃料電池スタック105との間に、絶縁板165Fを介在させてターミナルプレート160Fを有する。以下、エンドプレート170Fが配設された燃料電池10の一端側を、便宜上、前端側と称し、図における紙面奥側の他端側を後端側と称する。

40

【0016】

燃料電池10は、後端側のエンドプレート170Eと燃料電池スタック105との間にも、同様に、後端側の絶縁板165Eを介在させて後端側のターミナルプレート160Eを有する。燃料電池スタック105のそれぞれの燃料電池セル100と、ターミナルプレート160F、160Eと、絶縁板165F、165Eおよびエンドプレート170F、170Eは、それぞれ、略矩形状の外形を有するプレート構造を有しており、長辺がX方向(水平方向)で短辺がY方向(垂直方向、鉛直方向)に沿うように配置されている。

50

【 0 0 1 7 】

前端側のターミナルプレート160Fおよび後端側のターミナルプレート160Eは、燃料電池スタック105の発電電力の集電板であり、集電した電力を集電端子161から外部へ出力する。集電端子161には、それぞれの燃料電池セル100における本実施形態の金属製集電機能部材である後述のセパレータを経て発電電力が集電される。前端側の絶縁板165Fおよび後端側の絶縁板165Eは、上記の各ターミナルプレートとエンドプレートとを絶縁する。前端側のエンドプレート170Fおよび後端側のエンドプレート170Eは、共に、アルミ等の軽量金属プレートであり、以下に説明するようにガスや冷却水の給排に関与する。

【 0 0 1 8 】

前端側におけるエンドプレート170Fと絶縁板165Fとターミナルプレート160Fは、燃料ガス供給孔171および燃料ガス排出孔172と、酸化剤ガス供給孔173および酸化剤ガス排出孔174と、冷却水供給孔175および冷却水排出孔176とを各プレートの貫通孔として有する。つまり、エンドプレート170Fは、燃料電池セル100を積層した燃料電池スタック105のセル積層方向の一端側（前端側）に配設され、燃料電池スタック105へのガスまたは冷媒（冷却水）の供給用と排出用の燃料ガス供給孔171等の貫通孔を有する。上記した給排孔は、燃料電池スタック105の対応する位置に設けられているそれぞれの孔（不図示）と連通して、それぞれに対応するガス或いは冷却水の給排マニホールドを構成する。

【 0 0 1 9 】

その一方、後端側におけるエンドプレート170Eと絶縁板165Eとターミナルプレート160Eには、これらの給排孔は設けられていない。これは、反応ガス（燃料ガス、酸化剤ガス）および冷却水を前端側のエンドプレート170Fからそれぞれの燃料電池セル100に対して供給マニホールドを介して供給しつつ、それぞれの燃料電池セル100からの排出ガスおよび排出水を前端側のエンドプレート170Fから外部に対して排出マニホールドを介して排出するタイプの燃料電池であることによる。ただし、これに限定されるものではなく、例えば、前端側のエンドプレート170Fから反応ガスおよび冷却水を供給し、後端側のエンドプレート170Eから排出ガスおよび排出水が外部へ排出される給排形態とすることができる。

【 0 0 2 0 】

酸化剤ガス供給孔173は、前端側のエンドプレート170Fの右端の外縁部にY方向（短辺方向）に沿って配置されており、酸化剤ガス排出孔174は、上端の外縁部にX方向に沿って配置されている。燃料ガス供給孔171は、前端側のエンドプレート170Fの右端の外縁部のY方向（短辺方向）の上端部に配置されており、燃料ガス排出孔172は、左端の外縁部のY方向の下端部に配置されている。冷却水供給孔175は、エンドプレート170Fの下側にX方向に沿って配置されており、冷却水排出孔176は、エンドプレート170Fの上側にX方向に沿って配置されている。なお、上記した各給排孔は、燃料電池スタック105のそれぞれの燃料電池セル100においては、複数の給排孔に分けられている。

【 0 0 2 1 】

図2は図1における2-2線に沿った燃料電池セル100の一部断面を示す説明図である。燃料電池セル100は、図2に示すように、触媒層接合電解質膜110をカソード側拡散層120とアノード側拡散層130とで挟持して備える。カソード側拡散層120は、フレーム140に組み込まれた状態とされ、このカソード側拡散層120に、触媒層接合電解質膜110とアノード側拡散層130とがこの順に重なっている。その上で、燃料電池セル100は、触媒層接合電解質膜110を各拡散層と共にカソード側のセパレータ150とアノード側のセパレータ155とで挟持する。触媒層接合電解質膜110は、プロトン伝導性を有する電解質膜をアノードとカソードの両電極で挟持し、供給された水素と酸素との電気化学反応を経て発電する。その発電電力は、アノード側およびカソード側の拡散層と接触したセパレータ150およびセパレータ155により、図1の集電端子1

10

20

30

40

50

61に集電される。つまり、上記の両セパレータは、発電セルである燃料電池セル100において集電機能を発揮する燃料電池用の金属製集電機能部材に相当する。

【0022】

セパレータ150とセパレータ155は、プレス金型により形成された部材であり、凹凸を有する金属製の基材表面を後述の被覆層200で覆っている。セパレータ150は、凹凸により、カソード側拡散層120との間に複数筋の酸素流路151を形成する。酸素流路151は、それぞれの燃料電池セル100が有する酸化剤ガス供給孔173から酸化剤ガスをカソード側拡散層120に導き、余剰の酸化剤ガスを酸化剤ガス排出孔174に排出する。セパレータ155は、凹凸により、アノード側拡散層130との間に複数筋の水素流路156を形成する。水素流路156は、それぞれの燃料電池セル100が有する燃料ガス供給孔171から燃料ガスをアノード側拡散層130に導き、余剰の燃料ガスを燃料ガス排出孔172に排出する。そして、隣り合う燃料電池セル100についてのセパレータ150とセパレータ155は、接触して、両セパレータの間に冷媒流路152を形成する。冷媒流路152は、それぞれの燃料電池セル100が冷却水供給孔175から冷媒を導いて冷却水排出孔176に排出する。アノード側のセパレータ155は、アノード側拡散層130の周縁において、フレーム140まで延び、フレーム140と気密に接着される。つまり、セパレータ155は、アノード側拡散層130を取り囲む領域においてフレーム140と接着され、この領域において、凹凸が深くなるように予めプレス形成される。

10

【0023】

上記したセパレータ150とセパレータ155に用いる金属性基材は、良導電性であればよく、本実施形態では、ステンレス、チタン、チタン合金、アルミ、アルミ合金等のいずれかの金属性基材、例えばチタンを採択し、チタン基材の表面に被覆層200を形成した。図3は、図2のセパレータの一部部位Aを拡大してセパレータ表面の被覆層200を概略的に示す説明図である。なお、図3は、概略図であり、実際の基材厚みや層厚みを反映するものではない。

20

【0024】

被覆層200は、セパレータ150とセパレータ155に用いる金属性基材の表裏面に形成されており、酸化インジウムスズ(略称:ITO)や三酸化アンチモン(略称:ATO)と言った導電性を有する無機材の薄膜である無機膜202に炭素系導電材であるカーボンナノチューブ204(以下、CNT204)を分散して含有する。次に、本実施形態のセパレータ150とセパレータ155への被覆層200の形成手順について説明する。

30

【0025】

被覆層200は、第1~第3手順により形成される。第1手順では、成膜原液を調合し、続く第2手順では、成膜原液にCNT204を分散して含有させ、最後の第3手順では、金属基材表面に無機膜202からなる被覆層200を成膜する。本実施形態では、第1手順において、塩化スズ(SnCl_2)が 0.1mol/L 、塩化アンチモン(SbCl_3)が 0.01mol/L となるように、塩化スズと塩化アンチモンとをエタノール溶液に配合し、24時間に亘って攪拌した。そして、この攪拌後のエタノール溶液を成膜原液とした。

40

【0026】

本実施形態では、第2手順において、塩化スズと塩化アンチモンとを含有する成膜原液に、CNT分散目標濃度(20~50wt%)となるようCNT204を配合して攪拌した。CNTの配合・攪拌により、成膜原液には、CNT204が分散して含有されることになる。この際、CNT204については、径が $0.4\sim 50\text{nm}$ 、長さが $100\text{nm}\sim 10\mu\text{m}$ になるように調合する。CNT分散目標濃度(20~50wt%)の評価については後述する。

【0027】

本実施形態では、第3手順において、成膜対象となるセパレータ150およびセパレータ155、現段階では凹凸を有するよう形成済みのチタン基材を加熱炉にて 500 に加

50

熱する。成膜原液については、2.4 MPaの波長の超音波を成膜原液に照射することで1~5 μm程度の粒径のミストへのミスト化を図る。次いで、この成膜原液ミストをキャリアガス（例えば、アルゴンガス）に含ませて、500 に加熱済みのチタン基材の表裏面に20分に亘って継続噴霧した。噴霧された成膜原液は、500 に加熱済みのチタン基材の熱を受けて溶液成分が蒸発して無機膜202に成膜される。この成膜は、500 という高温環境下でなされるため、無機膜202は、成膜原液中の無機材であるスズとアンチモンの結晶性の薄膜となる。こうした手順を経ることで、CNT204がCNT分散目標濃度で無機膜202に分散して含有された被覆層200をセパレータ表裏面に有するセパレータ150とセパレータ155とが得られる。

【0028】

10

次に得られたセパレータ150とセパレータ155の性能評価について説明する。評価試験に用いた試供品は、セパレータと同じ厚みの平板状のチタン基材の表裏面に上記した手順で形成された被覆層200を有する評価用チタンプレートである。セパレータ性能評価は、被覆層200におけるCNT204の分散量（CNTwt%）と被覆層200の厚み（層厚200t：図3参照）に関係することから、以下の評価用チタンプレートを用いた。

【0029】

評価用第1チタンプレートHP1：CNTwt%：0（分散なし）/層厚200t：50nm；

評価用第2チタンプレートHP2：CNTwt%：5/層厚200t：50nm；

20

評価用第3チタンプレートHP3：CNTwt%：10/層厚200t：50nm；

評価用第4チタンプレートHP4：CNTwt%：20/層厚200t：50nm；

評価用第5チタンプレートHP5：CNTwt%：30/層厚200t：50nm；

評価用第6チタンプレートHP6：CNTwt%：40/層厚200t：50nm；

評価用第7チタンプレートHP7：CNTwt%：50/層厚200t：50nm；

評価用第8チタンプレートHP8：CNTwt%：50/層厚200t：10nm；

評価用第9チタンプレートHP9：CNTwt%：50/層厚200t：30nm；

【0030】

評価用第1チタンプレートHP1～評価用第7チタンプレートHP7は、被覆層200の層厚200tがいずれも50nmであって、CNT204の分散量（CNTwt%）がそれぞれ相違する。評価用第7チタンプレートHP7～評価用第9チタンプレートHP9は、CNT204の分散量（CNTwt%）がいずれも50wt%であって、被覆層200の層厚200tがそれぞれ相違する。

30

【0031】

上記の評価用チタンプレートとの対比のため、無機膜202からなる被覆層200に代えて、層厚が1 μmの樹脂被覆層を有し、この樹脂被覆層にCNT204を分散・含有した以下の対比チタンプレートを用いた。

【0032】

対比第1チタンプレートTP1：CNTwt%：5/層厚200t：1 μm；

対比第2チタンプレートTP2：CNTwt%：10/層厚200t：1 μm；

40

対比第3チタンプレートTP3：CNTwt%：20/層厚200t：1 μm；

対比第4チタンプレートTP4：CNTwt%：30/層厚200t：1 μm；

対比第5チタンプレートTP5：CNTwt%：40/層厚200t：1 μm；

対比第6チタンプレートTP6：CNTwt%：50/層厚200t：1 μm；

【0033】

対比第1チタンプレートTP1～対比第6チタンプレートTP6は、樹脂被覆層の層厚200tがいずれも1 μmであって、CNT204の分散量（CNTwt%）がそれぞれ相違する。

【0034】

性能評価として、導電性評価と耐食性評価とを行った。導電性評価では、上記した評価

50

用第1チタンプレートHP1～評価用第9チタンプレートHP9と、対比第1チタンプレートTP1～対比第6チタンプレートTP6の接触抵抗を測定した。抵抗測定に当たっては、評価用第1チタンプレートHP1～評価用第9チタンプレートHP9における被覆層200の膜表面に、カーボンペーパー（東レ製：TGP-H-120）を介在させて金メッキ済みの銅板を重ね、各評価用チタンプレートと銅板とを、単位面積当たり0.98MPaの圧力で押し付け、この押し付け状況を治具で保持する。そして、押し付け状況下で、各評価用チタンプレートと銅板との間に定電流を印加したときの電圧値を計測し、電流値と計測電圧値とから接触抵抗を初期接触抵抗値として求めた。対比第1チタンプレートTP1～対比第6チタンプレートTP6についても同様であるが、カーボンペーパーは、無機膜202からなる被覆層200に代わる樹脂被覆層の膜表面に接触することになる。

10

【0035】

耐食性評価は、燃料電池10の運転状況において起き得る強酸性環境を想定して行った。この際、まず、治具にて押し付け状況とされているままの評価用第1チタンプレートHP1～評価用第9チタンプレートHP9および対比第1チタンプレートTP1～対比第6チタンプレートTP6の各チタンプレートを、強酸性腐食液に浸漬する。そして、浸漬状況のまま、チタンプレートと銅板との間に0.9Vの定電圧を掛ける。一定時間経過後の接触抵抗を耐食試験後接触抵抗値として求めた。用いた強酸性腐食液は、フッ素（F）と塩素（Cl）を含むpH3の強酸性溶液である。

【0036】

図4は、被覆層200の層厚200tが同一でCNT分散量が相違する評価用チタンプレートについて得た初期接触抵抗値と耐食試験後抵抗値とを対比して示す図である。

20

【0037】

図4に示すように、評価用第4チタンプレートHP4～評価用第7チタンプレートHP7は、導電性の無機膜202の膜中に分散して含有されるCNT204の重量比濃度を20～50wt%の範囲で確保しているため、CNT204同士の接触による導電パス確保の実効性が高まる。しかも、CNT204を分散・含有する無機膜202自体も導電性を有する。これに対し、評価用第1チタンプレートHP1～評価用第3チタンプレートHP3は、導電性の無機膜202の膜中に分散して含有されるCNT204の重量比濃度が20wt%を下回る0～10wt%であるため、CNT204が接触しない導電パスの欠損部位が生じ得ることが想定される。そして、図4の抵抗値対比から、無機膜202からなる被覆層200におけるCNT204の分散量が大きくなる程、初期および耐食試験後の抵抗値は低下することが判明した。しかも、CNT204の分散量が20～50wt%の範囲であれば、耐食試験後抵抗値は、初期接触抵抗値から僅かに大きくなるに過ぎず、実用上、有益であることが判明した。この結果、評価用第4チタンプレートHP4～評価用第7チタンプレートHP7に相当する本実施形態のセパレータ150およびセパレータ155によれば、表面に無機膜202からなる被覆層200を備える形態でのセパレータ自体の導電性を確保することができる。

30

【0038】

また、CNT204の分散量が10wt%以下であると、初期接触抵抗値が大きく、耐食試験後抵抗値にあっても格段に増大することも判明した。なお、図には示していないが、CNT204の分散量が50wt%を超えても、初期および耐食試験後の抵抗値の更なる低下は起きなかった。こうしたことから、燃料電池セル100に用いるセパレータ150とセパレータ155とを得る上でのCNT分散目標濃度を、20～50wt%の範囲とすることが好適であると判明した。

40

【0039】

図5は、樹脂被覆層の層厚が同一でCNT分散量が相違する対比チタンプレートについて得た初期接触抵抗値と耐食試験結果とを対比して示す図である。

【0040】

図5に示すように、無機膜202からなる被覆層200に代わる樹脂被覆層を有する対比チタンプレートでは、CNT204の分散量が20wt%を越えると初期抵抗値が小さ

50

くなるが、耐食試験後には樹脂被覆層自体の損傷が起き、耐食性に欠けることが判明した。この図5と図4の結果から、無機膜202にCNT204を20~50wt%の範囲で分散した被覆層200を有する本実施形態のセパレータ150とセパレータ155によれば、低抵抗値の確保を通じた良導電性の達成と、並びに強酸環境下での耐食性と良導電性の両立を図ることができることが判明した。つまり、被覆層200を構成する無機膜202が結晶性である故に、無機膜202における隙間の大部分が耐食をもたらす腐食液の分子より小さくなり得るので、腐食液による浸食を抑制できたと想定できる。

【0041】

図6は、CNT分散量が同一で被覆層200の層厚200tが相違する評価用チタンプレートについて得た初期接触抵抗値と耐食試験後抵抗値とを対比して示す図である。

10

【0042】

図6の抵抗値対比から、CNT204を50wt%分散している故に、無機膜202からなる被覆層200が薄くても、小さな初期抵抗値を得られるが、被覆層200の層厚200tが50nmを下回る厚みであると、耐食試験後抵抗値が増大することが判明した。なお、図には示していないが、被覆層200の層厚200tが50nmを超えても、CNT分散量が20~50wt%の範囲であれば、好適な初期および耐食試験後の抵抗値を得られると想定される。こうしたことから、燃料電池セル100に用いるセパレータ150とセパレータ155とを得る上での被覆層200の厚みを、50~500nmの範囲とすることが好適であり、このような厚み規定により、耐食性を確保できる。また、被覆層200の厚みを500nm以下とすること、およびCNT分散量を20~50wt%の範囲

20

【0043】

本発明は、上述の実施形態や実施例、変形例に限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において種々の構成で実現することができる。例えば、発明の概要の欄に記載した各形態中の技術的特徴に対応する実施形態、実施例、変形例中の技術的特徴は、上述の課題の一部または全部を解決するために、あるいは、上述の効果の一部または全部を達成するために、適宜、差し替えや組み合わせを行うことが可能である。また、その技術的特徴が本明細書中に必須なものとして説明されていなければ、適宜、削除することが可能である。

30

【0044】

既述した実施形態では、被覆層200を構成する無機膜202にCNT204を分散させたが、例えば、カーボンナノファイバー、カーボンナノホーン、カーボン粒子等の他の炭素系導電材を無機膜202に分散させてもよい。

【0045】

既述した実施形態では、無機膜202をITOやATOと言った導電性の無機膜としたが、導電性を有する他の無機材の薄膜としてもよい。

【0046】

既述した実施形態では、無機膜202をセパレータ150およびセパレータ155の表裏面全域に形成したが、集電機能を発揮する上で必要なセパレータ表裏面に形成してもよい。

40

【0047】

既述した実施形態では、セパレータ150とセパレータ155に無機膜202からなる被覆層200を形成したが、燃料電池スタック105の両端の燃料電池セル100と接触するターミナルプレート160E, 160Fのセル接触面に形成してもよい。

【0048】

既述した実施形態では、セパレータ150で酸素流路151を形成し、セパレータ155で水素流路156を形成し、隣り合う燃料電池セル100のセパレータ150とセパレータ155とで、冷媒流路152を形成したが、このようにセパレータ自体でガス・冷媒流路を形成する構成に限らない。例えば、アノード側のガス流路を形成する流路プレート

50

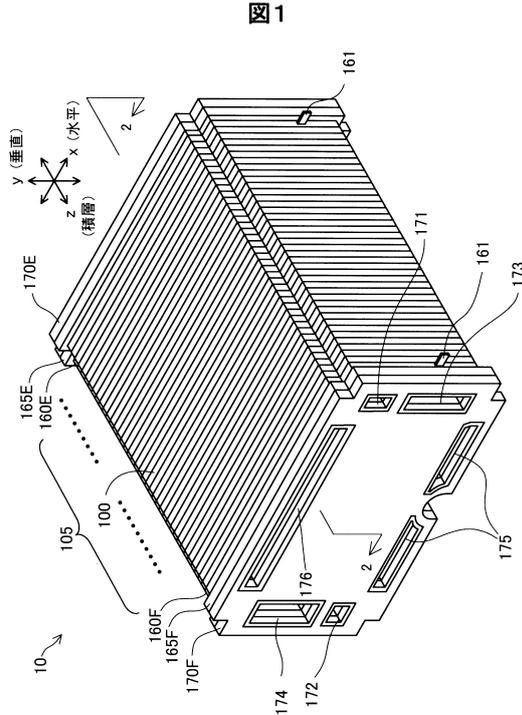
とカソード側のガス流路を形成する流路プレートとをセパレータとは別に備え、セパレータで、アノード側とカソード側へのガス分流を図りつつ冷媒流路を形成するようにしてもよい。この場合には、アノード側およびカソード側の流路プレートにあっても、発電セルにおいて集電機能を発揮することになる。よって、アノード側およびカソード側の流路プレートを、図3に示すように、金属基材の表裏面に被覆層200を有するものとし、セパレータについては、アノード側流路プレートに接触する側の金属基材表面全域と、カソード側流路プレートに接触する側の金属基材表面全域およびセパレータ同士が接触する側の金属基材表面全域に被覆層200を有するようによい。

【符号の説明】

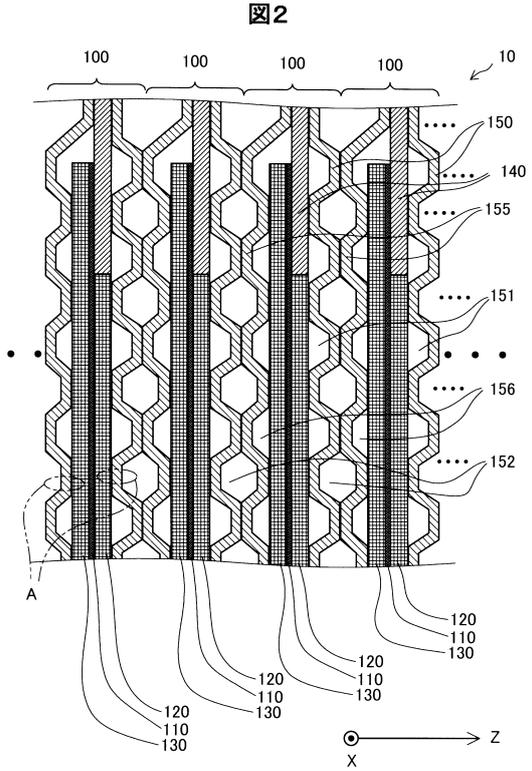
【0049】

- | | |
|--------------------------|----|
| 10 ... 燃料電池 | |
| 100 ... 燃料電池セル | |
| 105 ... 燃料電池スタック | |
| 110 ... 触媒層接合電解質膜 | |
| 120 ... カソード側拡散層 | |
| 130 ... アノード側拡散層 | |
| 140 ... フレーム | |
| 150 ... セパレータ | |
| 151 ... 酸素流路 | |
| 152 ... 冷媒流路 | 20 |
| 155 ... セパレータ | |
| 156 ... 水素流路 | |
| 160E ... ターミナルプレート | |
| 160F ... ターミナルプレート | |
| 161 ... 集電端子 | |
| 165E ... 絶縁板 | |
| 165F ... 絶縁板 | |
| 170E ... エンドプレート | |
| 170F ... エンドプレート | |
| 171 ... 燃料ガス供給孔 | 30 |
| 172 ... 燃料ガス排出孔 | |
| 173 ... 酸化剤ガス供給孔 | |
| 174 ... 酸化剤ガス排出孔 | |
| 175 ... 冷却水供給孔 | |
| 176 ... 冷却水排出孔 | |
| 200 ... 被覆層 | |
| 200t ... 層厚 | |
| 202 ... 無機膜 | |
| 204 ... カーボンナノチューブ (CNT) | |

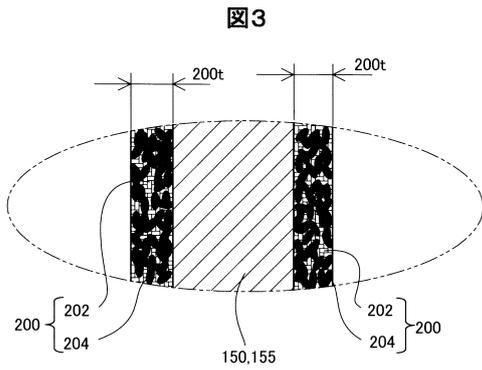
【図1】



【図2】



【図3】



【図5】

図5

対比 チタンプレート	CNT分散量 [wt %]	接触抵抗[mΩcm ²]	
		初期	耐食試験後
TP1	5	125	膜剥がれ
TP2	10	40.4	膜剥がれ
TP3	20	6.2	膜剥がれ
TP4	30	4.1	膜剥がれ
TP5	40	4.0	膜剥がれ
TP6	50	5.0	膜剥がれ

樹脂被覆層厚み 1 μm

【図4】

図4

評価用 チタンプレート	CNT分散量 [wt %]	接触抵抗[mΩcm ²]	
		初期	耐食試験後
HP1	分散なし	16.1	150
HP2	5	15.5	68.2
HP3	10	12.1	31.6
HP4	20	4.3	5.8
HP5	30	3.8	4.8
HP6	40	3.7	3.9
HP7	50	3.8	3.9

無機膜被覆層厚み(200t) 50nm

【図6】

図6

評価用 チタンプレート	被覆層厚み [nm]	接触抵抗[mΩcm ²]	
		初期	耐食試験後
HP8	10	4.0	201
HP9	30	3.9	145
HP7	50	3.8	3.9

CNT分散量 50wt %

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2016-122642(JP,A)
特開2010-272429(JP,A)
特開2001-307747(JP,A)
特開2002-063914(JP,A)
特開2009-026636(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8/00 - 8/0297, 8/08 - 8/2495