

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4966191号
(P4966191)

(45) 発行日 平成24年7月4日(2012.7.4)

(24) 登録日 平成24年4月6日(2012.4.6)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 M 8/02 (2006.01)	HO 1 M 8/02 B
B 2 3 K 26/00 (2006.01)	B 2 3 K 26/00 H
B 2 3 K 26/20 (2006.01)	B 2 3 K 26/20 3 I O N
HO 1 M 8/10 (2006.01)	HO 1 M 8/10
B 2 3 K 101/36 (2006.01)	B 2 3 K 101:36

請求項の数 20 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-513171 (P2007-513171)
 (86) (22) 出願日 平成17年4月25日 (2005.4.25)
 (65) 公表番号 特表2007-537574 (P2007-537574A)
 (43) 公表日 平成19年12月20日 (2007.12.20)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2005/014096
 (87) 国際公開番号 W02005/120764
 (87) 国際公開日 平成17年12月22日 (2005.12.22)
 審査請求日 平成18年12月13日 (2006.12.13)
 (31) 優先権主張番号 10/842,788
 (32) 優先日 平成16年5月11日 (2004.5.11)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 590001407
 ゼネラル・モーターズ・コーポレーション
 GENERAL MOTORS CORPORATION
 アメリカ合衆国ミシガン州48265-3000, デトロイト, ビー・オー・ボックス 300, ルネッサンス・センター 300, メール・コード 482-シー23-ビー21
 (74) 代理人 100140109
 弁理士 小野 新次郎
 (74) 代理人 100075270
 弁理士 小林 泰
 (74) 代理人 100080137
 弁理士 千葉 昭男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 導電性被覆金属バイポーラプレートのレーザー溶接

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに結合される少なくとも2つの金属部材であって、その少なくとも一方には導電有機被覆が施される金属部材を有するバイポーラプレートを作成するための方法であって、

(a) 第1の導電有機被覆が施された前記第1の金属部材を、第2の金属部材の隣に位置付けるステップと、

(b) 前記隣り合う金属部材を結合するためにレーザーを使用して前記隣り合う金属部材の一部を溶融させるステップと、

(c) 前記隣り合う金属部材の前記溶融させた部分を凝固させて、それによって、前記隣り合う金属部材を融着するステップとを含み、

(b) が、前記隣り合う金属部材の前記溶融部分に隣接する前記第1の導電有機被覆の部分を同時に除去するステップを含む、方法。

【請求項 2】

少なくとも前記第1の導電被覆が除去された前記第1の金属部材の部分に第2の導電被覆を施すステップをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記金属部材が、ステンレス鋼である、請求項1に記載の方法。

【請求項 4】

前記第1の導電被覆が、約50オーム・cm²より小さい抵抗を有する、請求項1に記載の方法。

【請求項 5】

内部流れ通路を備える金属パイポーラプレート¹を有する燃料電池スタックを作成するための方法であって、

(a) 一方の表面の少なくとも一部分に導電有機被覆が施された第1の金属プレートを、第2の金属プレートの隣に、前記被覆部分が前記第2のプレートの方とは反対を向くように位置付けるステップと、

(b) 前記被覆の部分を含む前記隣り合うプレートの部分にレーザーを当て、それによって、前記被覆の前記部分を同時に除去し、前記隣り合うプレートの前記部分を溶融させるステップと、

(c) 前記レーザーを当てることを止めるステップと、

(d) 前記溶融された部分を凝固し、それによって、前記隣り合うプレートを融着させ、それによって、前記パイポーラプレートの1つを形成するステップとを含む、方法。

10

【請求項 6】

前記被覆が、第1の被覆であり、前記第1の被覆が除去された前記第1のプレートに第2の導電有機被覆を施すステップをさらに含む、請求項5に記載の方法。

【請求項 7】

前記第2の被覆が、前記第1の被覆と同じである、請求項6に記載の方法。

【請求項 8】

金属材料の薄板の表面の部分に前記被覆を施すステップと、

金属材料の前記被覆薄板から前記第1のプレートを形成するステップとを含む、請求項5に記載の方法。

20

【請求項 9】

前記第2のプレートの一方の面の少なくとも部分が、前記第1の被覆で被覆され、(a)が、前記第2のプレートを、前記第1のプレートの隣に、前記第2のプレートの前記被覆面が前記第1のプレートの方とは反対を向くように位置付けるステップを含み、金属材料の前記被覆薄板から前記第2のプレートを形成するステップをさらに含む、請求項8に記載の方法。

【請求項 10】

前記第2のプレートの一方の面の少なくとも部分が、前記被覆で被覆され、

(a)が、前記第2のプレートを、前記第1のプレートの隣に、前記第2のプレートの前記被覆面が前記第1のプレートの方とは反対を向くように位置付けるステップを含み、

(b)が、前記レーザーを用いて前記第2のプレートの前記被覆の部分除去するステップを含む、請求項5に記載の方法。

30

【請求項 11】

前記被覆が、第1の被覆であり、前記第1の被覆が除去された前記第1および第2のプレートに第2の導電被覆を施すステップをさらに含む、請求項10に記載の方法。

【請求項 12】

前記プレートが、ステンレス鋼プレートである、請求項5に記載の方法。

【請求項 13】

前記被覆が、約50オーム・cm²より小さい抵抗を有する、請求項5に記載の方法。

40

【請求項 14】

前記プレートが、ステンレス鋼、アルミニウムおよびその合金、チタンおよびその合金、ニッケルベースの合金、タンタル、ニオブ、ならびにジルコニウムのうちの少なくとも1つである、請求項5に記載の方法。

【請求項 15】

燃料電池スタック用のパイポーラプレートを作成する方法であって、

(a) 前記パイポーラプレートの第1の金属プレートに導電有機被覆を施すステップと、

(b) 前記導電有機被覆を含む前記第1のプレートを、前記パイポーラプレートの第2の金属プレートの隣に位置付けるステップと、

(c) 前記被覆の部分を含む前記隣り合うプレートの部分にレーザーを当て、それによって

50

、前記被覆の前記部分を同時に除去し、前記隣り合うプレートの前記部分を溶融させるステップと、

(d) 前記レーザーを当てることを止めるステップと、

(e) 前記溶融された部分を凝固および融着させ、それによって、前記バイポーラプレートを形成するステップとを含む、方法。

【請求項16】

前記被覆が、第1の被覆であり、前記第1の被覆が除去された前記第1のプレートに第2の導電被覆を施すステップをさらに含む、請求項15に記載の方法。

【請求項17】

(a) が、

金属材料の薄板の表面の部分に前記被覆を施すステップと、

金属材料の前記被覆薄板から前記第1のプレートを形成するステップとを含む、請求項15に記載の方法。

【請求項18】

前記第2のプレートの一方向の面の少なくとも部分が、前記被覆で被覆され、(b) が、前記第1のプレートを、前記第2のプレートの隣に、前記第2のプレートの前記被覆面が前記第1のプレートの方とは反対を向くように位置付けるステップを含み、金属材料の前記被覆薄板から前記第2のプレートを形成するステップをさらに含む、請求項17に記載の方法。

【請求項19】

前記第2のプレートの一方向の面の少なくとも部分が、前記被覆で被覆され、

(b) が、前記第1のプレートを、前記第2のプレートの隣に、前記第2のプレートの前記被覆面が前記第1のプレートの方とは反対を向くように位置付けるステップを含み、

(c) が、前記レーザーを用いて前記第2のプレートの前記被覆の部分を除去するステップを含む、請求項15に記載の方法。

【請求項20】

前記プレートが、ステンレス鋼プレートである、請求項15に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池に関し、より詳細には、燃料電池のバイポーラプレートを形成するために一緒にレーザー溶接される被覆金属プレートに関する。

【背景技術】

【0002】

電気自動車およびその他の用途向けの電源として、燃料電池が提案されている。1つの知られた燃料電池は、いわゆるMEA(「膜電極接合体」)を含むPEM(すなわち、プロトン交換膜)燃料電池であり、MEAは、一方の面上にアノードを、反対の面上にカソードを有する薄い固体高分子膜電解質を含む。アノードおよびカソードは、典型的には、微粒炭素粒子と、炭素粒子の内部表面および外部表面に担持される超微粒触媒粒子と、触媒粒子および炭素粒子と混ぜられるプロトン伝導材料とを含む。MEAは、アノード用およびカソード用の集電板として機能する1対の導電接触要素の間にサンドイッチにされ、集電板は、アノードおよびカソードそれぞれの面上に燃料電池のガス反応物(すなわち、 H_2 および O_2 / 空気)を分配するため、そこに適切なチャネルおよび開口を含むことができる。

【0003】

PEM燃料電池は、複数のMEAを含み、複数のMEAは、一緒に電氣的に直列に積層されるが、バイポーラプレートまたは集電板として知られる不透過性の導電接触要素によって互いに隣から分離される。集電板またはバイポーラプレートは、一方はスタック内の1つのセルのアノードと対面し、他方は隣の隣接セルのカソードと対面する2つの作用面を有し、隣接セルどうしの間で電氣的に電流を伝導する。スタックの終端における接触要

10

20

30

40

50

素は、末端セルとだけ接触し、末端プレートと呼ばれる。いくつかのタイプの燃料電池では、各バイポーラプレートは、その間に流体通路をもつ互いに結合された2つの別々のプレートから成り、MEAの両面から熱を除去するため、流体通路の中を冷却流体が流れる。その他のタイプの燃料電池では、バイポーラプレートは、反復するパターンで配列された単一プレートおよび結合プレートの両方を含み、各MEAの少なくとも一方の面が、2枚板のバイポーラプレートの中を流れる冷却流体によって冷却される。バイポーラプレートは、1対の個別半プレートを互いに隣接して整列させ、プレートを互いに適切に接合することによって形成され、その結果、導電性を提供する。

【0004】

接触要素は、導電性金属材料からしばしば構成される。H₂およびO₂/空気形のPEM燃料電池環境では、バイポーラプレートおよびその他の接触要素（例えば、末端プレート）は、中程度の酸性溶液（pH3~5）と常に接触しており、高い酸化環境で動作し、（通常の水素電極に対して）最大で約+1Vに分極される。カソード側では、接触要素は、圧縮空気にさらされ、アノード側では、大気中水素にさらされる。残念ながら、多くの金属は、悪条件のPEM燃料電池環境では腐食を受けやすく、金属から作成される接触要素は、（例えば、アルミニウムの場合）溶解し、または（例えば、チタンもしくはステンレス鋼の場合）その表面に電気抵抗の大きい不活性な酸化皮膜を形成し、それが燃料電池の内部抵抗を増大させ、その性能を低下させる。

【0005】

金属バイポーラプレートの電気接触抵抗を小さくするため、各プレートの露出表面は、導電被覆で覆われ、導電被覆は、プレート表面と燃料電池の腐食環境との接触も制限する。しばしば、被覆は、炭素または黒鉛（すなわち、六方晶炭素）などの導電性有機粒子を含む有機結合剤である。

【0006】

現在、2枚板のバイポーラプレートの半分が、2枚の個々のプレートが接合された後で、被覆される。しかし、バイポーラプレートを被覆する方法は、時間がかかり、そのような被覆プレートを使用する燃料電池の大量生産を制限する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

したがって、燃料電池の大量生産を促進するあまり時間のかからない方式でバイポーラプレートを被覆することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、被覆バイポーラプレートを有する燃料電池を効率的に製造する方法を開示する。本発明は、すでに導電被覆が施された個々の金属プレートを一緒にレーザ溶接して、燃料電池内で使用されるバイポーラプレートを形成することを企図している。そのような方法は、これまでは、被覆の有機成分が原因で考えられなかった。具体的には、金属バイポーラプレートは、典型的には、ステンレス鋼から作成され、それが、溶接工程で有機被覆からの炭素にさらされたとき、露出領域が過敏化され、耐食性が弱まる原因となり得る。耐食性を与えるステンレス鋼の主要成分は、クロムである。ステンレス鋼が（例えば、その融点に近いまたはそれを上回る）高温処理中に炭質材料にさらされた場合、炭素が金属中のクロムと結合する。これは、金属に耐食特性を与える不活性な酸化表面皮膜を生成する際に使用される利用可能なクロムの量を減少させる。合金の耐食性の低下は、第一鉄および第二鉄イオンの発生を引き起こし、第一鉄および第二鉄イオンは、高分子膜を汚染し、その機械的耐久性および水素イオン輸送効率を低下させる。したがって、プレートの有用寿命が短縮されるので、プレートの過敏化は望ましくない。したがって、典型的な製造工程は、溶接前にプレート表面を清浄にして、あらゆる有機汚染物質を除去するものであり、したがって、溶接前にプレートの被覆を行わないようにする。溶接前のすべての有機汚染物質の除去は、それによって、プレートを過敏化することを防ぎ、関連する耐食性

10

20

30

40

50

の低下を回避する。しかし、本発明の発明者らは、被覆プレートのレーザ溶接は、望ましくないレベルの耐食性の原因となるのに十分な大きさのプレートの過敏化を引き起こさないことを発見した。この結果は、溶接されるプレート領域における有機被覆の存在に関係なく、またレーザビームによる有機被覆の除去に関係なく達成される。

【0009】

本発明の一態様では、互いに結合される少なくとも2つの金属部材であって、その少なくとも一方には導電被覆が施される金属部材を有する燃料電池スタックを作成するための方法が開示される。この方法は、(1)第1の導電被覆が施された第1の金属部材を、第2の金属部材の隣に位置付けるステップと、(2)隣り合う金属部材の一部を溶融させるステップと、(3)隣り合う金属部材の溶融させた部分を凝固させて、それによって、隣り合う金属部材の間に融着を形成するステップとを含む。

10

【0010】

本発明の別の態様では、内部流れ通路を備える金属バイポーラプレートを有する燃料電池スタックを作成するための方法が開示される。この方法は、(1)一方の表面の少なくとも一部分に導電被覆が施された第1の金属プレートを、第2の金属プレートの隣に、被覆部分が第2のプレートの方とは反対を向くように位置付けるステップと、(2)被覆の部分を含む隣り合うプレートの部分に集束放射を当て、それによって、被覆の部分除去し、隣り合うプレートの部分を溶融させるステップと、(3)集束放射を取り除くステップと、(4)溶融された部分を凝固および融着させ、それによって、バイポーラプレートの1つを形成するステップとを含む。

20

【0011】

本発明のさらに別の態様では、燃料電池スタック用のバイポーラプレートを作成する方法が開示される。この方法は、(1)バイポーラプレートの第1の金属プレートに導電有機被覆を施すステップと、(2)第1のプレートを、バイポーラプレートの第2の金属プレートの隣に位置付けるステップと、(3)被覆の部分を含む隣り合うプレートの部分に集束放射を当て、それによって、被覆の部分除去し、隣り合うプレートの部分を溶融させるステップと、(4)集束放射を取り除くステップと、(5)溶融された部分を凝固および融着させ、それによって、バイポーラプレートを形成するステップとを含む。

【0012】

本発明の利用可能性のさらなる領域は、以下で提供される詳細な説明から明らかになるであろう。詳細な説明および具体的な例は、本発明の好ましい実施形態を示してはいるが、例示を目的としているに過ぎず、本発明の範囲を限定することは意図していないことを理解されたい。

30

【0013】

本発明は、詳細な説明および添付の図面からより完全に理解されるようになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

好ましい実施形態についての以下の説明は、本質的に例示的なものに過ぎず、本発明、その用途、または使用法を限定する意図は決していない。

40

本発明は、少なくとも1つの金属バイポーラプレートを有するPEM燃料電池に関し、金属バイポーラプレートは、2枚の個々のプレートから作成され、1対のMEAの間に配置される。個々のプレートの各々は、燃料電池の腐食環境とのプレート表面の接触を制限する導電保護被覆を有する。2枚の被覆個別プレートは、溶接領域に隣接する被覆の除去を引き起こすレーザ溶接によって互いに接合される。望ましければ、第2の被覆が、溶接領域に施され得る。

【0015】

本発明のより良い理解を得るため、本発明が利用され得る例示的な燃料電池が、図1に示されており、図1は、導電性流体冷却バイポーラセパレータプレート導電要素24によって互いに隔てられた1対の膜電極接合体(MEA)20、22を有するスタックを形成

50

するために接続された2つの個別プロトン交換膜(PEM)燃料電池を示している。スタック内で直列接続されていない個々の燃料電池は、単一の電氣的活性面を有するセパレータプレート24を有する。スタック内では、好ましいバイポーラセパレータプレート24は、スタック内では2つの電氣的活性面26、28を有し、各活性面26、28は、それぞれ、分離された反対電荷を帯びて別個のMEA20、22に面し、それ故、いわゆる「バイポーラ」プレートと呼ばれる。

【0016】

MEA20、22およびバイポーラプレート24は、アルミニウム製固定終端プレート30、32と終端接触流体分配要素34、36との間に一緒に積層される。終端流体分配要素34、36、およびバイポーラプレート24の両作用面またはサイド26、28は、燃料および酸化剤ガス(すなわち、 H_2 および O_2)をMEA20、22に分配するため、活性面38、40、26、28、42、および44上に、溝またはチャネルと隣り合う複数のランドを含む。非導電ガスケットまたはシール48、50、52、54、56、および58は、燃料電池スタックのいくつかの構成要素の間に、シールおよび電気絶縁を提供する。通気性導電拡散媒体60、62、64、および66は、MEA20、22の電極面に押し付けられる。追加層である導電媒体68、70が、終端接触流体分配要素34、36と終端集電プレート30、32との間に位置付けられ、通常動作状態中にスタックが圧縮されたときに、それらの間に伝導通路を提供する。終端接触流体分配要素34、36は、それぞれ、拡散媒体60、68、および66、70に押し付けられる。

【0017】

燃料電池スタックのカソード側に貯蔵タンクまたは圧縮器72から適切な供給管74を介して酸素が供給され、燃料電池スタックのアノード側に貯蔵タンク76から適切な供給管78を介して水素が供給される。代替として、カソード側に外界から空気が供給され、アノードにメタノールまたはガソリン改質器などから水素が供給される。MEAの H_2 側および O_2 /空気側の両方のために排気管80も提供される。追加の配管82が提供され、冷却剤を貯蔵領域84からバイポーラプレート24および終端プレート34、36を通過して出口管86へと循環させる。

【0018】

図2は、第1の外部金属薄板90と、第2の外部金属薄板92と、第1の金属薄板90と第2の金属薄板92の間に配置される内部スペーサ金属薄板94とを含むバイポーラプレート88の等角分解図である。外部金属薄板90、92は、できるだけ薄く作成され(例えば、厚さ約0.05~0.5mm(0.02~0.02インチ))、スタンピング、電気鋳造、または薄板金属を成形するためのその他の任意の従来方法によって形成され得る。外部薄板90は、膜電極接合体(図示されず)に対面するその外側に第1の作用面96を有し、燃料電池の反応ガス(すなわち、 H_2 または O_2)がバイポーラプレートの一方の側102から他方の側104へ蛇行経路をなして流れる「流れ場」として知られる複数の溝100をその間に定める複数のランド98を提供するように形成される。燃料電池が完全に組み立てられたとき、ランド98は、(図1の62または64など)炭素/黒鉛紙に押し付けられ、その炭素/黒鉛紙は、(それぞれ図1の20または22など)MEAに押し付けられる。作図の簡略化のため、図2は、ランド98と溝100の2つの配列だけを示している。現実には、ランドおよび溝98、100は、炭素/黒鉛紙と係わり合う金属薄板90、92の外面全体を覆う。反応ガスが、燃料電池の一方の側102に沿って置かれたヘッダまたはマニホールド溝106から溝100に供給され、燃料電池の他方の側104に隣接して置かれた別のヘッダ/マニホールド溝108を介して溝100から出て行く。

【0019】

図3に最も良く示されるように、薄板90の下側は、燃料電池の動作中に冷却剤が通過する複数のチャネル112をその間に定める複数の畝110を含む。図3に示されるように、冷却剤チャネル112は、各ランド98の下に重なり、反応ガス溝100は、各畝110の下に重なる。代替として、薄板90は、フラットであることができ、流れ場は、金

10

20

30

40

50

属の別個の薄板で形成される。金属薄板 92 は、薄板 90 と同様である。図 2 には、薄板 92 の内側面 114 (すなわち、冷却剤側) が示されている。

【0020】

この点で、冷却剤がバイポーラプレート的一方の側 120 から他方 122 に流れる複数のチャンネル 118 をその間に定める複数の畝 116 が示されている。薄板 90 と同様、図 3 に最も良く示されるように、薄板 92 の外側面は、反応ガスが通過する複数の溝 128 を定める複数のランド 126 をその上に有する作用面 124 を有する。内部金属スペーサ薄板 94 は、外部薄板 90、92 の間に位置付けられ、複数の開口 130 をその中に含み、複数の開口 130 は、薄板 92 のチャンネル 118 と薄板 90 のチャンネル 112 の間を冷却剤が流れることを可能にし、それによって、層流境界層を壊し、外部薄板 90、92 それぞれの内側面 142、144 との熱交換を向上させる乱流をもたらす

10

スペーサ薄板 94 は、第 1 の薄板 90 と第 2 の薄板 92 の間に位置付けられ、第 1 の薄板 90 上の畝 110 と第 2 の薄板 92 上の畝 116 は、(例えば、図 4 に示されるよう付けまたは接着剤などの接着層 136 によって) スペーサ薄板 94 に結合される。当業者であれば理解されるように、本発明の集電板は、例えば、流れ場の形状、流体送出マニホールドの数、および冷却剤循環システムなどの設計において、上で説明されたものとは異なることができるが、集電板の表面および本体を通る電流の導電率の関数は、すべての設計で同様に振舞う。

【0021】

ステンレス鋼は、一般に、最少で 9% のクロムを含む鉄 - クロム合金として定義される。その他の第二鉄、マルテンサイト、またはオーステナイト合金が、PEM 燃料電池で使用されることが企図されている。クロム(すなわち少なくとも 16 重量%)、ニッケル(すなわち少なくとも 10 重量%)、およびモリブデン(すなわち少なくとも 3 重量%) が豊富なステンレス鋼は、それらの相対的に高いバルク導電性および表面の不活性化(すなわち、金属酸化物)層によって提供される耐食性のため、燃料電池内で使用するのに特に望ましい金属である。燃料電池スタックの容積および重量電力密度を増大させるために、薄いステンレス鋼プレートが使用され得る。さらに、ステンレス鋼材料は、その他の多くの代替導電性金属よりも相対的に高い強度、物理的耐久性、および保護被覆による接着性を有し、また廉価である。しかし、表面の酸化物層は、基板の電気接触抵抗を増大させ、それが、電気接触要素または集電板としてのその独立使用を以前は妨げていた。さらに、その他の多くの相対的に軽量の金属(例えば、アルミニウムおよびマグネシウム)は、腐食攻撃を受けやすく、そのような腐食感受性および同様の酸化傾向に鑑みて、様々な保護被覆が、金属基板のために使用される。

20

30

【0022】

したがって、腐食を受けやすい金属から作成される導電要素または集電板は、低い接触抵抗と、腐食および酸化攻撃に耐える能力とを与えるように処理される。そのような処理は、以前は燃料電池で実際に使用するには電気接触抵抗があまりにも高かったステンレス鋼などの金属の使用を可能にする。したがって、好ましい実施形態にとって、金属基板は、鉄、クロム、ニッケル、およびモリブデンを含む合金である、例えば、316L (UNS S31603) などのステンレス鋼である。導電要素は、好ましくは、それを腐食因子から物理的に保護して、金属基板の表面における不活性化層の再形成を防止することによって、さらなる腐食/不活性化から保護される。図 4 に示されるように、導電要素(例えば、バイポーラプレート 88)は、第 1 の薄板 90 の第 1 の面 96 および第 2 の薄板 92 の第 2 の面 124 の両面について金属基板 140 を覆う保護被覆 138 を有する。さらに、保護被覆 138 は、冷却剤による腐食酸化攻撃から基板 140 を保護するため、第 1 の薄板 90 の内部の第 1 の面 142 および第 2 の薄板 92 の第 2 の面 144 にも施される。実用上の観点からは、ステンレス鋼またはチタンが利用される場合、バイポーラプレートの内部または冷却剤通路を被覆する必要はない。保護被覆 138 は、処理環境および燃料電池自体に広く存在する腐食因子から導電要素を隔離するための実用的な方法である。したがって、金属と反応して各面を非活動化/不活性化する腐食因子から、下にある金属

40

50

基板 140 が保護されるように、保護被覆 138 が、導電要素 88 の伝導領域および腐食を受けやすい領域（例えば、面 96、124、142、144）に施されるのが好ましい。したがって、選択領域は、導電要素を横切る伝導通路を形成する伝導領域のみを含むことができ、またはそのような領域は、基板の全表面と一致することができる。

【0023】

保護被覆 138 は、本発明の譲受人に譲渡された、「Corrosion Resistant PEM Fuel Cell」と題する米国特許第 6372376 号に開示されているような様々な形態をとることができ、同特許の開示は、参照により本明細書に組み込まれる。保護被覆 138 は、好ましくは、下にある金属基板 140 を腐食因子への暴露から保護する耐食導電被覆である。より具体的には、保護被覆 138 は、好ましくは、約 50 オーム・cm² (- cm²) より小さい界面電気接触抵抗を有し、耐酸性抗酸化ポリマーマトリックスの全体に拡散された複数の（すなわち約 50 ミクロンまたは約 50 ミクロン未満程度の）抗酸化酸不溶導電粒子を含み、ポリマーは、粒子と一緒に結合し、金属基板 140 の表面にそれらを保持する。被覆は、たかだか約 50 オーム・cm² の全界面電気接触抵抗を生み出すために十分な導電性充填粒子を含み、被覆の組成、抵抗率、および結着性に応じて、約 2 ミクロンから約 75 ミクロン、好ましくは、2 から 30 ミクロンの間の厚みを有する。スタック内における抵抗損を最小化するには、より薄い被覆（すなわち、約 1.5 ~ 2.5 ミクロン）が最も好ましい。腐食因子の浸透から下にある金属基板 140 の表面を保護するには、不浸透性の保護被覆 138 が好ましい。

【0024】

好ましくは、導電性充填粒子は、金、白金、黒鉛、炭素、ニッケル、導電性ホウ化、窒化、および炭化金属（例えば、窒化チタン、炭化チタン、二ホウ化チタン）、クロムおよび/またはパラジウム混合チタン、ニオブウム、ロジウム、希土類金属、ならびにその他の貴金属からなる群から選択される。最も好ましくは、粒子は、炭素または黒鉛（すなわち、六方晶炭素）を含む。粒子は、粒子の密度および導電率に応じて、被覆の様々な重量パーセンテージを構成する（すなわち、導電率が高く、密度が低い粒子は、より低い重量パーセンテージで使用され得る）。炭素/黒鉛含有被覆は、典型的には、25 重量パーセントの炭素/黒鉛粒子を含む。ポリマーマトリックスは、薄い接着性薄膜に形成され得る、燃料電池の悪条件の酸化および酸環境に耐え得る任意のポリマーを含む。したがって、とりわけ、エポキシ、シリコン、ポリアミドイミド、ポリエーテルイミド、ポリフェノール、フルロエラストマ、ポリエステル、フェノキシフェノール、エポキシフェノール、アクリル、およびウレタンのようなポリマーが、有用であると見られている。熱硬化性および熱可塑性ポリマーの両方が、不浸透性被覆を生成するのに適している。

【0025】

導電ポリマー被覆 138 は、基板金属 140 に直接施されることができ、その上で乾燥/硬化させることができる。被覆 138 は、様々な方法で施されることができ、そのような方法の例は、Fronekらの米国特許第 6372376 号に記載されており、(1) 電気泳動法、(2) はけ塗り、吹き付け、もしくは塗布、または(3) 貼り合わせを含むことができる。被覆は、コイル被覆など連続製造工程で使用するために適合され得る。

【0026】

上で述べられたように、バイポーラプレート 88 は、レーザー溶接などの集束放射を用いて薄板 90、92 の部分を互いに溶接することにより薄板 90、92 を互いに結合することによって作成される。例えば、バイポーラプレート 88 のプレート 90 の第 1 の面 96 の平面図が、破線 150 によって示される一緒にレーザー溶接されるバイポーラプレート 88 のいくつかの領域と共に図 5 に示されており、被覆 138 で覆われるバイポーラプレート 88 の部分は、陰が付けられている。溶接線 150 は、バイポーラプレート 88 を溶接するための可能な位置を表していること、バイポーラプレート 88 を溶接する正確な位置は、薄板 90、92 の設計、およびバイポーラプレート 88 を形成するスペーサ薄板 94 などのその他の構成要素の追加に応じて変化することを理解されたい。

【0027】

互いに溶接されるバイポーラプレート 88 の領域 150 は、図 6 A に示されるバイポーラプレート 88 の拡大部分など、被覆 138 で覆われる領域を含む。第 1 および第 2 の薄板 90、92 を互いに溶接するとき、集束放射が、集束放射と接触する第 1 および第 2 の薄板 90、92 の部分を溶融させる。集束放射が取り除かれると、第 1 および第 2 の薄板 90、92 の溶融部分は、凝固し、それによって、図 6 A および図 6 B に示された融着部分 154 に示されるように、互いに融着される。加えて、図 6 B から最も良く理解されるように、集束放射は、集束放射と直接接触する、バイポーラプレート 88 の融着部分 154 に隣接した被覆 138 の部分の除去も行う。

【0028】

バイポーラプレート 88 の表面からの被覆 138 の除去は、以下の実施例 1 で説明されるように、第 1 および第 2 の薄板 90、92 の耐食性に著しい影響を与えない。すなわち、被覆 138 が有機被覆であり、バイポーラプレート 88 がステンレス鋼薄板 90、92 から作成される場合、集束放射を用いて第 1 および第 2 の薄板 90、92 を互いに溶接している最中の、第 1 および第 2 の薄板 90、92 との被覆 138 の有機成分の接触は、ステンレス鋼薄板の耐食性に有害な影響を与える程度までステンレス鋼を過敏化しない。この能力は、第 1 および第 2 の薄板 90、92 が、互いに溶接されてバイポーラプレート 88 を形成する前に、被覆 138 で覆われることを可能にする。この能力は、第 1 および第 2 の薄板 90、92 が、事前被覆されたストック金属ロールから形成され得るといって著しい利点を提供する。言い換えると、第 1 および第 2 の薄板 90、92 がそれから形成されるストック金属は、コイル被覆などのストック金属材料の製造中またはその後のある時点で、被覆 138 によって覆われることができる。その後、第 1 および第 2 の薄板 90、92 は、ストック被覆薄板材料から、スタンピング、電気鋳造、または薄板金属を成形するためのその他の任意の従来方法などによって、経済的かつ連続的な方法で形成されることができ、その後、互いに隣り合わせて位置付けられ、バイポーラプレート 88 を形成するために互いに溶接されることができ、したがって、本発明は、燃料電池で使用されるバイポーラプレートを製造する経済的かつ効率的な方法を企図している。

【0029】

望ましければ、第 1 および第 2 の薄板 90、92 を互いに溶接した後、図 7 A に示されるように、第 2 の保護被覆 160 が、被覆 138 の除去領域上に施されることができ、図 7 B に示されるような第 2 の被覆 160 の適用は、薄板 90、92 の融着部分 154 が第 2 の保護被覆 160 によって覆われ、保護されるようにする。第 2 の保護被覆 160 は、様々な方法で施され得る。例えば、第 2 の保護被覆 160 は、示されたような吹き付け、はけ塗り、または塗布によって施され得る。好ましくは、第 2 の被覆 160 は、被覆 138 と同じである。しかし、第 2 の被覆 160 は、被覆 138 で使用されたものとは異なる保護被覆であり得ることを理解されたい。さらに、望ましければ、第 2 の被覆 160 は、バイポーラプレート 88 の溶接部分の離散した領域に選択的に施され得る。

【0030】

バイポーラプレート 88 を形成するための集束放射による第 1 および第 2 の薄板 90、92 の溶接は、様々な形態をとることができる。例えば、Nd-YAG または CO₂ レーザなどのレーザ溶接が、第 1 および第 2 の薄板 90、92 を互いに溶接するために使用され得る。選択されるレーザの具体的なタイプは、第 1 および第 2 の薄板 90、92 を互いに溶接するのに必要とされるスペクトル範囲、エネルギー密度、およびビーム直径に依存する。加えて、バイポーラプレート 88 を形成するとき、バイポーラプレート 88 のその他の構成要素も、第 1 および第 2 の薄板 90、92 と一緒に溶接されることができ、例えば、スペーサ薄板 94 の部分が、第 1 および第 2 の薄板 90、92 が互いに溶接される領域内に存在することができ、集束放射ビームによって溶融され、バイポーラプレート 88 の融着部分の一部を形成することができる。第 1 および第 2 の薄板 90、92 と一緒に溶接されるバイポーラプレート 88 のその他の構成要素は、スペーサ薄板 94 に限定されない。その他の構成要素は、バイポーラプレート 88 の内部または外部に固定的に結合されることが必要とされ得るセンサ、バルブのような物を含むことができる。隣り合うバイ

10

20

30

40

50

ポーラプレート 88 をその間に配置される M E A を介して互いに溶接することすら可能なことがある。

【実施例 1】

【0031】

導電炭素被覆ステンレス鋼プレートへの様々なレーザー溶接が、A S T M 標準による断面検査およびシュウ酸エッチングによって、ならびにウッドコック腐食試験によって試験された。断面検査は、ステンレス鋼プレートで生じる過敏化の証拠を示さなかった。ウッドコック腐食試験では、溶接への攻撃がいくつか行われたが、ステンレス鋼プレートで生じる有害な過敏化の証拠を示さなかった。ステンレス鋼プレートの試験の詳細が、以下の表に示されている。

【0032】

【表 1】

表

試験	ウッドコック腐食試験および断面検査
サンプル材料	316L ステンレス鋼 厚さ 0.15 mm
試験されたレーザー溶接の数	20
レーザーのタイプ	Nd: YAG
有機被覆	US6372376 B1 に記載があるような炭素入り有機被覆
溶液	18% 硝酸 11% HF 酸 71% H ₂ O
温度	140°F
接続時間	2 時間

【0033】

したがって、本発明は、後に互いに溶接されてバイポーラプレートを形成する薄板を事前被覆されたストック材料を使用して形成することによって、バイポーラプレート 88 が経済的かつ効率的に生産されることを可能にする。溶接前の薄膜上における被覆の存在は、十分なレベルの耐食性を維持する薄板の能力に影響を与えない。被覆は、有機および/または無機であることができ、薄板は、ステンレス鋼および上で説明されたような様々なその他の材料を含むことができる。加えて、被覆は、プレート 90、92 の外側面（電流伝導面）だけに配置されることができ、かつ/またはプレートの内側面および外側面の両方に配置されることができ、加えて、様々な被覆が施された 3 以上の層または金属プレートが、本発明の原理に従って、一緒に溶接されることができ、加えて、シールまたはガスケット（図示されず）が、溶接領域の上のバイポーラプレートの 1 つまたは複数の面に位置付けられ、接着剤またはオーバモルディングによってプレートに結合されることができ、

【0034】

したがって、本発明の説明は、本質的に例示的なものに過ぎず、本発明の主旨から逸脱しない変形は、本発明の範囲内にあることが意図されている。そのような変形は、本発明の主旨および範囲からの逸脱と見なされるべきではない。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図 1】（2 つのセルのみが示された）流体冷却 P E M 燃料電池スタックの概略分解等角図である。

【図2】図1に示されたようなPEM燃料電池スタックで有用なバイポーラプレートの分解等角図である。

【図3】図2の3-3方向における部分断面図である。

【図4】図3のバイポーラプレートの拡大部分の図である。

【図5】いくつかの溶接領域が示された図2のバイポーラプレートの平面図である。

【図6】図6Aは図5のバイポーラプレートのレーザー溶接領域のクローズアップの図である。

【0036】

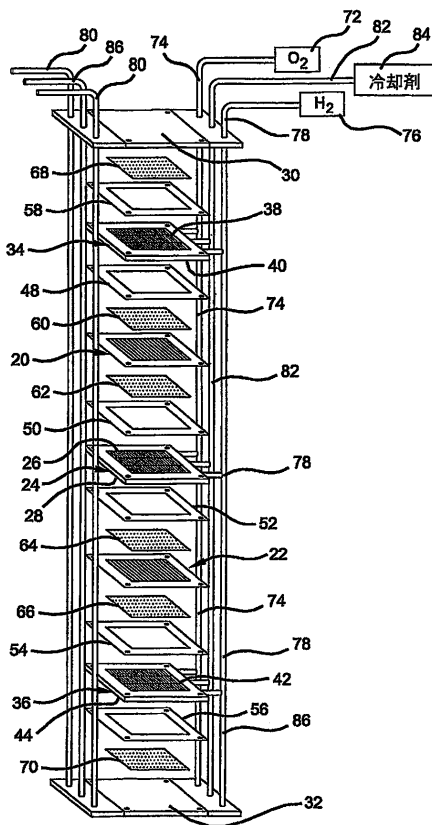
図6Bは線6B-6Bに沿った図6Aのバイポーラプレートのレーザー溶接領域の断面図である。

【図7】図7Aはレーザー溶接領域上への第2の被覆の適用を示した図6Aのレーザー溶接領域のクローズアップの図である。

【0037】

図7Bは線7B-7Bに沿った図7Aの再被覆レーザー溶接領域の断面図である。

【図1】



【図2】

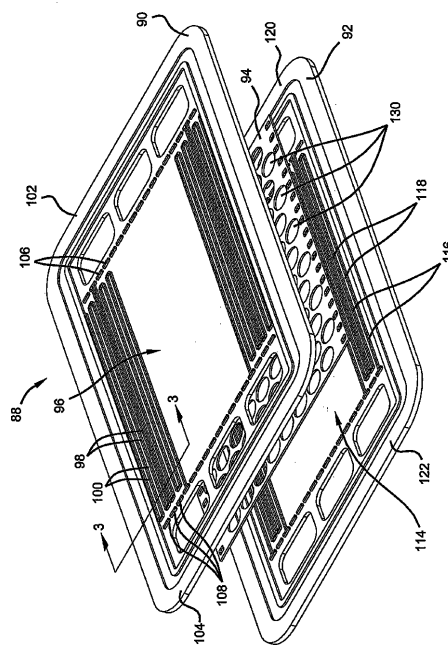


FIG 2

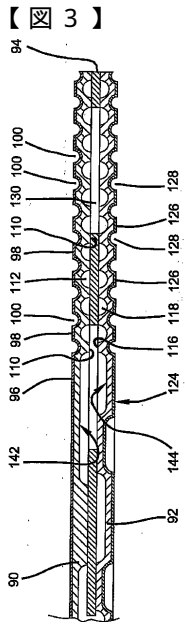


FIG 3

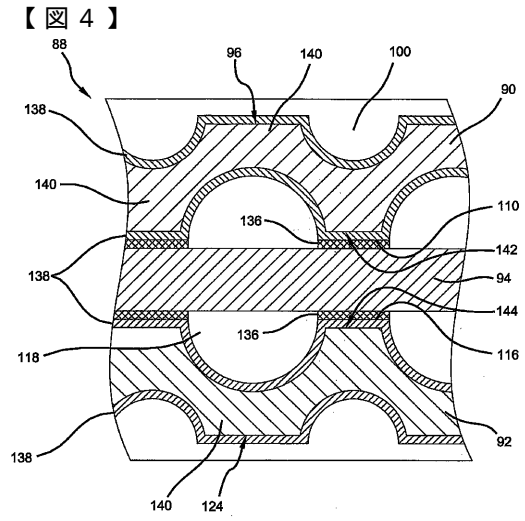


FIG 4

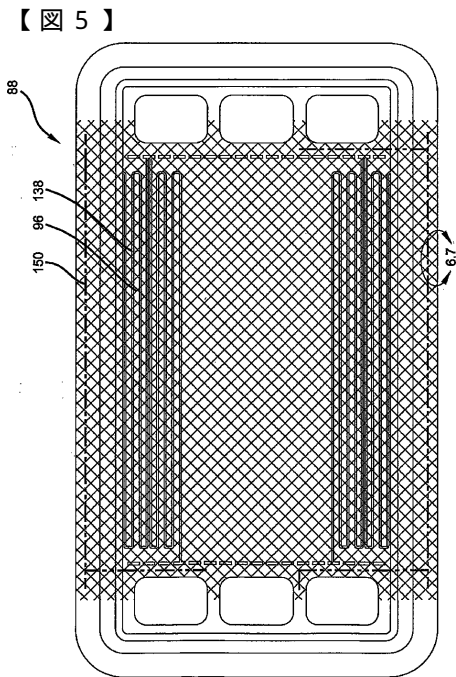


FIG 5

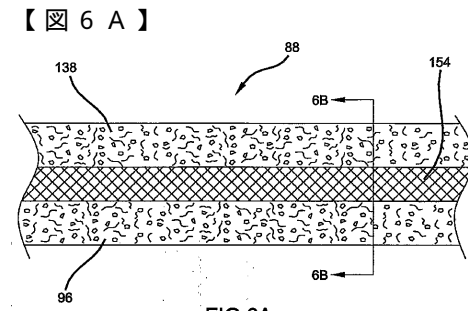


FIG 6A

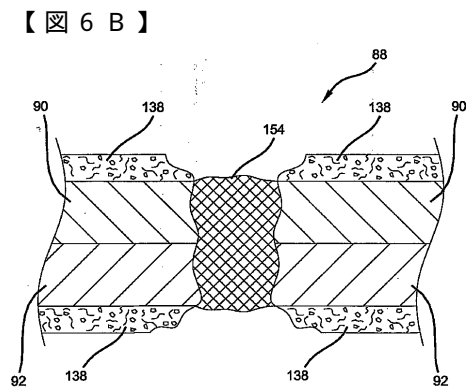
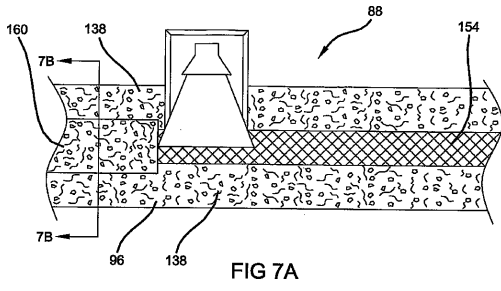
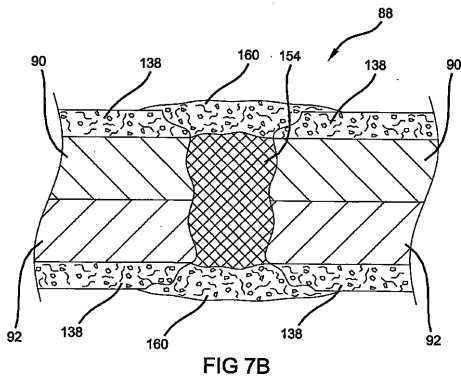


FIG 6B

【 7 A 】



【 7 B 】



フロントページの続き

- (51)Int.Cl. F I
B 2 3 K 103/16 (2006.01) B 2 3 K 103:16
- (74)代理人 100096013
弁理士 富田 博行
- (74)代理人 100101373
弁理士 竹内 茂雄
- (72)発明者 ニューマン, キース・イー
アメリカ合衆国ニューヨーク州14534, ピッツフォード, コーチサイド・レーン 19
- (72)発明者 バディンスキー, マイケル・ケイ
アメリカ合衆国ニューヨーク州14534, ピッツフォード, ラーチウッド・ドライブ 2
- (72)発明者 ブラディ, プライアン・ケイ
アメリカ合衆国ニューヨーク州14514, ノース・チリ, キース・テラス 28

審査官 清水 康

- (56)参考文献 国際公開第2002/050935(WO, A1)
特開2003-288909(JP, A)
特開平10-263868(JP, A)
特開2000-106152(JP, A)
国際公開第95/024279(WO, A1)
特開2004-111079(JP, A)
特開平11-097039(JP, A)
特開平09-283920(JP, A)
特開2000-173631(JP, A)
特開2000-208153(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8/02
B23K 26/00
B23K 26/20
B23K 101/36
B23K 103/16
H01M 8/10