

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2014-523073

(P2014-523073A)

(43) 公表日 平成26年9月8日(2014.9.8)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
HO 1 M 8/02 (2006.01)	HO 1 M 8/02	Y 5 H O 2 6
HO 1 M 8/10 (2006.01)	HO 1 M 8/02	Z
	HO 1 M 8/02	E
	HO 1 M 8/10	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 40 頁)

(21) 出願番号	特願2014-517356 (P2014-517356)	(71) 出願人	501436665 ソシエテ ピック S O C I E T E B I C フランス共和国 エフ-92110 クリ シ リュ ジャンヌ ダニエール 14
(86) (22) 出願日	平成24年6月26日 (2012.6.26)	(74) 代理人	100086531 弁理士 澤田 俊夫
(85) 翻訳文提出日	平成26年2月25日 (2014.2.25)	(74) 代理人	100093241 弁理士 宮田 正昭
(86) 國際出願番号	PCT/CA2012/050420	(74) 代理人	100101801 弁理士 山田 英治
(87) 國際公開番号	W02013/000078	(72) 発明者	スクルーテン、ジェレミー カナダ、V 2 V 7 C 1 ブリティッシュ コロンビア州、ミッション、ボドナー テラス 9258
(87) 國際公開日	平成25年1月3日 (2013.1.3)		
(31) 優先権主張番号	13/172,645		
(32) 優先日	平成23年6月29日 (2011.6.29)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】燃料電池を外部回路に接続するための装置および方法

(57) 【要約】

この発明の種々の実施例は、相互接続体または電流コレクタを含む燃料電池接続要素を実現する。燃料電池接続要素は、燃料電池内の少なくとも1つの電極に対して約90°より小さな角度で配位された伝導性ファイバを含む。燃料電池接続要素は、燃料電池の少なくとも1つの電極から外部回路へ、または他の電離子膜値の1つの電極への電気伝導性経路を実現する。この発明の実施例は、また、燃料電池接続要素を含む燃料電池、およびこれを製造する方法も実現し、燃料電池は燃料電池層を含む。

【代表図】 図2A

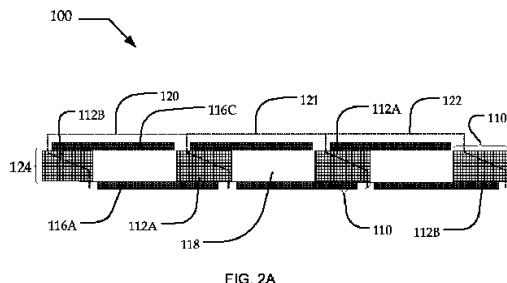


FIG. 2A

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の表面および第2の表面を具備する非伝導性インターフェース領域と、電子伝導性要素であって、2つの表面と当該電子伝導性要素のこれら2つの表面と平行な長さとを具備し、当該電子伝導性要素のこれら表面の一方が上記インターフェース領域の上記第2の表面と隣接して配置される、上記電子伝導性要素とを有する燃料電池接続要素において、

上記電子伝導性要素は、

上記電子伝導性要素のこれら2つの表面にほぼ平行に配位され、燃料電池内の少なくとも1つの電極に対して約90°より小さな角度で配位されるように適合化される伝導性ファイバと、

バインダとを有し、

上記バインダは上記インターフェース領域と上記電子伝導性領域とを一緒に保持し、

上記燃料電池接続要素が、上記燃料電池の上記少なくとも1つの電極と、外部回路との間に、または、上記燃料電池の上記少なくとも1つの電極と、異なる燃料電池の少なくとも1つの電極との間に、電気的な伝導経路を実現し、かつ、上記経路が上記電子伝導要素の長さに沿って伸びるように、上記燃料電池接続要素が上記燃料電池内で使用されるように適合化されることを特徴とする、上記燃料電池接続要素。

【請求項 2】

上記伝導性ファイバは上記燃料電池の上記少なくとも1つの電極に対して約22°および約68°の間の角度で配位されるように適合化される請求項1記載の燃料電池接続要素。

【請求項 3】

上記伝導性ファイバは上記燃料電池の上記1つの電極に対して約45°の角度で配位されるように適合化される請求項1～2のいずれかに記載の燃料電池接続要素。

【請求項 4】

上記伝導性ファイバは少なくとも第1組の伝導性ファイバおよび第2組の伝導性ファイバを有し、上記第1組および第2組の弾道性ファイバの双方は上記燃料電池内の上記少なくとも1つの電極に対して約90°よりも小さい角度で配位されるように適合化され、上記第1組の導電性ファイバおよび上記第2組の導電性ファイバは、上記第1組の伝導性ファイバが上記第2組の伝導性ファイバとの間でほぼ45°から約135°の角度を形成するように配位される請求項1～3のいずれかに記載の燃料電池接続要素。

【請求項 5】

上記伝導性ファイバは少なくとも第1組の伝導性ファイバおよび第2組の伝導性ファイバを有し、上記第1組および第2組の弾道性ファイバの双方は上記燃料電池内の上記少なくとも1つの電極に対して約90°よりも小さい角度で配位されるように適合化され、上記第1組の導電性ファイバおよび上記第2組の導電性ファイバは、上記第1組の伝導性ファイバが上記第2組の伝導性ファイバとの間でほぼ90°の角度を形成するように配位される請求項1～4のいずれかに記載の燃料電池接続要素。

【請求項 6】

上記バインダはエポキシまたは樹脂から選択される接着剤を有する請求項1～5のいずれかに記載の燃料電池接続要素。

【請求項 7】

上記インターフェース領域はグラスファイバを有する請求項1～6のいずれかに記載の燃料電池接続要素。

【請求項 8】

上記燃料電池接続要素は電流コレクタを有し、上記電流コレクタが上記燃料電池の上記少なくとも1つの電極と他の燃料電池の少なくとも1つの電極との間の電気伝導性経路を形成するように、上記電流コレクタが上記燃料電池内で使用されるように適合化される請求項1～7のいずれかに記載の燃料電池接続要素。

【請求項 9】

上記電子伝導性要素は第1の電気伝導性材料を有し、上記第1の電気伝導性材料は上記電気ファイバを有する請求項1～8のいずれかに記載の燃料電池接続要素。

【請求項 10】

上記伝導性ファイバはカーボンファイバを有する請求項1～9のいずれかに記載の燃料電池接続要素。

【請求項 11】

上記燃料電池接続要素は相互接続体を有し、上記相互接続体が上記燃料電池の上記少なくとも1つの電極と外部回路との間の電気伝導性経路を形成するように、上記相互接続体が上記燃料電池内で使用されるように適合化される請求項1～10のいずれかに記載の燃料電池接続要素。

10

【請求項 12】

上記電子伝導性要素は2つの電子伝導性領域を有し、上記電子伝導性領域の各々は、上記電子伝導性要素の長さに平行な2つの表面により形成される請求項1～11のいずれかに記載の燃料電池接続要素。

【請求項 13】

上記電子伝導性要素は、第1の電気伝導性材料を有する第1の電子伝導性領域と第2の電気伝導性材料を有する第2の電子伝導性領域とを有し、

20

上記第1の電気伝導性材料は腐食抵抗性であり、上記第2の電気伝導性材料の伝導性は上記第2の電気伝導性材料の伝導性より大きい請求項1～12のいずれかに記載の燃料電池接続要素。

【請求項 14】

上記第2の電気伝導性材料は金属、金属合金、またはこれらの組み合わせを有する請求項13に記載の燃料電池接続要素。

【請求項 15】

上記第2の電気伝導性材料は、上記電子伝導性要素の上記2つの表面にほぼ平行に配位され、かつ、上記燃料電池の上記電極の1つに対して約90°より小さな角度で配位されるように適合化される伝導性ファイバを有する請求項13～14のいずれかに記載の燃料電池接続要素。

30

【請求項 16】

上記第2の電気伝導性材料の上記伝導性ファイバは、銅金属ファイバを有する請求項15に記載の燃料電池接続要素。

【請求項 17】

上記第1の電気伝導性材料は、上記電子伝導性要素の上記2つの表面にほぼ平行に配位され、かつ、上記燃料電池の上記電極の1つに対して約90°より小さな角度で配位されるように適合化される伝導性ファイバを有する請求項13～16のいずれかに記載の燃料電池接続要素。

【請求項 18】

上記第1の電気伝導性材料の上記伝導性ファイバは、カーボンファイバを有する請求項17に記載の燃料電池接続要素。

40

【請求項 19】

上記電子伝導性要素は2つの第1の電子伝導性領域を有する請求項13～18のいずれかに記載の燃料電池接続要素。

【請求項 20】

上記電子伝導性要素および上記インターフェース領域は一緒に結合されて複合体を形成する請求項13～19のいずれかに記載の燃料電池接続要素。

【請求項 21】

さらに、上記第1の電気伝導性材料を有する第3の電子伝導性領域を有する請求項13～20のいずれかに記載の燃料電池接続要素。

【請求項 22】

50

上記第1の電子伝導性領域は、上記第2の電子伝導性領域の第1の側部に配置され、上記第3の電子伝導性領域は上記第2の電子伝導性領域の第2の側部に配置され、かつ、上記第2の電子伝導性領域の上記第1および第2の側部は相互に対抗する請求項21に記載の燃料電池接続要素。

【請求項23】

上記インターフェース領域は上記燃料電池のイオン伝導性要素と接触するように適合化される請求項1～22のいずれかに記載の燃料電池接続要素。

【請求項24】

イオン伝導性要素と、

2またはそれ以上の電極コーティングと、

1またはそれ以上の燃料電池接続要素とを有する燃料電池において、

上記燃料電池接続要素は、

第1の表面および第2の表面を具備する非伝導性インターフェース領域であって、当該インターフェース領域の上記第1の表面が上記イオン伝導性要素と接触する、上記非伝導性インターフェース領域と、

電子伝導性要素であって、2つの表面と当該電子伝導性要素のこれら2つの表面と平行な長さとを具備し、当該電子伝導性要素のこれら表面の一方が上記インターフェース領域の上記第2の表面と隣接して配置される、上記電子伝導性要素とを有し、

上記電子伝導性要素は、

上記電子伝導性要素のこれら2つの表面にほぼ平行に配位され、上記電極コーティングの1つに対して約90°より小さな角度で配位される伝導性ファイバを有し、

上記燃料電池接続要素が、上記電極コーティングの上記1つと、外部回路との間に、または、上記電極コーティングの上記1つと、他の燃料電池の電極コーティングとの間に、電気的な伝導経路を実現し、かつ、上記経路が上記電子伝導要素の長さに沿って伸びることを特徴とする、上記燃料電池。

【請求項25】

上記伝導性ファイバは上記電極コーティングの上記1つに対して約22°および約68°の間の角度で配位されるように適合化される請求項24記載の燃料電池。

【請求項26】

上記伝導性ファイバは少なくとも第1組の伝導性ファイバおよび第2組の伝導性ファイバを有し、上記第1組および第2組の弾道性ファイバの双方は上記燃料電池内の上記少なくとも1つの電極に対して約90°よりも小さい角度で配位され、上記第1組の導電性ファイバおよび上記第2組の導電性ファイバは、上記第1組の伝導性ファイバが上記第2組の伝導性ファイバとの間でほぼ45°から約135°の角度を形成するように配位される請求項24～25のいずれかに記載の燃料電池。

【請求項27】

上記燃料電池接続要素は電流コレクタを有し、上記燃料電池接続要素が上記1つの電極コーティングと他の燃料電池の電極コーティングとの間の電気伝導性経路を形成する請求項24～26のいずれかに記載の燃料電池。

【請求項28】

上記電子伝導性要素は第1の電気伝導性材料を有し、上記第1の電気伝導性材料は上記電気ファイバを有する請求項24～27のいずれかに記載の燃料電池。

【請求項29】

上記燃料電池接続要素は相互接続体を有し、上記燃料電池接続要素が上記1つの電極コーティングと外部回路との間の電気伝導性経路を形成する請求項24～28のいずれかに記載の燃料電池。

【請求項30】

上記電子伝導性要素は2つの電子伝導性領域を有し、上記電子伝導性領域の各々は、上記電子伝導性要素の長さに平行な2つの表面により形成される請求項24～29のいずれかに記載の燃料電池。

10

20

30

40

50

【請求項 3 1】

上記電子伝導性要素は、第1の電気伝導性材料であって、上記電子伝導性要素の上記2つの表面にほぼ平行に配位され、かつ、上記燃料電池の上記電極コーティングの上記1つに対して約90°より小さな角度で配位される伝導性ファイバを有する上記第1の電気伝導性材料を有する第1の電子伝導性領域と、第2の電気伝導性材料であって、上記電子伝導性要素の上記2つの表面にほぼ平行に配位され、かつ、上記燃料電池の上記電極コーティングの上記1つに対して約90°より小さな角度で配位される伝導性ファイバを有する上記第2の電気伝導性材料を有する第2の電子伝導性領域とを有し、

上記第1の電気伝導性材料は腐食抵抗性であり、上記第2の電気伝導性材料の伝導性は上記第2の電気伝導性材料の伝導性より大きい請求項24～30のいずれかに記載の燃料電池。

10

【請求項 3 2】

上記第2の電気伝導性材料は金属、金属合金、および、これらの組み合わせからなるグループから選択される請求項31に記載の燃料電池。

【請求項 3 3】

上記第2の電気伝導性材料の上記伝導性ファイバは、銅金属ファイバを有する請求項31～32のいずれかに記載の燃料電池。

20

【請求項 3 4】

上記第1の電気伝導性材料の上記伝導性ファイバは、カーボンファイバを有する請求項31～33のいずれかに記載の燃料電池。

【請求項 3 5】

燃料電池層において、

上記燃料電池層は第1の表面および第2の表面を具備する複合層を有し、

上記複合層は、

複数の燃料電池接続要素と、

上記燃料電池接続要素の間に位置決めされる、複数のイオン伝導性要素と、

上記第1の表面に配置されてアノードを形成する第1の複数の電極コーティングと、

上記第2の表面に配置されてカソードを形成する第2の複数の電極コーティングとを有し、

30

上記第1および第2の複数の電極コーティングの各々は上記イオン伝導性要素の1つとイオン的に接触し、上記燃料電池接続要素の1つに電気的に接触し、

上記燃料電池接続要素の少なくとも1つは、

第1の表面および第2の表面を具備し、上記第1の表面が上記イオン伝導性要素の1つと接触する、インターフェース領域と、

少なくとも1つの電子伝導性要素であって、2つの表面とこれら2つの表面と平行な長さとを具備し、これら表面の一方が上記インターフェース領域の上記第2の表面と隣接して配置される、上記少なくとも1つの電子伝導性要素とを有し、

上記少なくとも1つの電子伝導性要素は、

上記少なくとも1つの電子伝導性要素のこれら2つの表面にほぼ平行に配位され、上記第1または第2の複数の電極コーティングの少なくとも1つに対して約90°より小さな角度で配位される伝導性ファイバを有し、

40

上記少なくとも1つの燃料電池接続要素が、上記第1または第2の複数の電極コーティングの上記少なくとも1つと、上記第1または第2の複数の電極コーティングのうちの異なる1つとの間に、電気的な伝導経路を実現し、かつ、上記経路が上記少なくとも1つの電子伝導要素の長さに沿って伸びることを特徴とする、上記燃料電池層。

50

【請求項 3 6】

上記伝導性ファイバは少なくとも第1組の伝導性ファイバおよび第2組の伝導性ファイバを有し、上記第1組および第2組の弾道性ファイバの双方は上記燃料電池内の上記少なくとも1つの電極に対して約90°よりも小さい角度で配位され、上記第1組の導電性ファイバおよび上記第2組の導電性ファイバは、上記第1組の伝導性ファイバが上記第2組

の伝導性ファイバとの間でほぼ45°から約135°の角度を形成するように配位される請求項35に記載の燃料電池層。

【請求項37】

上記伝導性ファイバは、カーボンファイバを有する請求項35～36のいずれかに記載の燃料電池層。

【請求項38】

上記電子伝導性要素の少なくとも1つは、第1の電子伝導性材料および第2の電子伝導性材料を有する、少なくとも2つの電子伝導性材料を有する請求項35～37のいずれかに記載の燃料電池層。

【請求項39】

上記第1の電子伝導性材料は実質的に腐食抵抗性であり、上記第2の電子伝導性材料は上記第1の電子伝導性材料の伝導性より大きな伝導性を有する請求項38に記載の燃料電池層。

10

【請求項40】

上記第2の電子伝導性材料はカーボンファイバを有し、上記第2の電子伝導性材料は銅ファイバを有する請求項38～39のいずれかに記載の燃料電池層。

【請求項41】

上記第1の電子伝導性材料は上記第1または第2の複数の電極コーティングのうちの1つと接触する請求項38～40のいずれかに記載の燃料電池層。

20

【請求項42】

上記第2の電子伝導性材料は上記第1の電子伝導性材料および上記外部回路の双方と電気的に接触して上記電極コーティングと上記外部回路との間に電気伝導性経路を形成する請求項38～41のいずれかに記載の燃料電池層。

【発明の詳細な説明】

【優先権主張】

【0001】

このPCT出願は、2011年6月29日に出願した米国特許出願連続番号第13/172,645号（代理人事件番号第2269.134US1）の優先権を主張し、これは2010年12月28日に出願した米国特許出願連続番号第12/980,130号の部分継続出願でその優先権を主張し、これは2009年12月28日に出願した米国仮特許出願連続番号第60/290,450号（代理人事件番号2269.126PRV）の合衆国法典第35編第119条（e）に基づく優先権を主張し、これらの内容は参照してここに組み入れる。

30

【背景技術】

【0002】

燃料電池は、漸増する大規模用途、例えば、材料ハンドリング（例えばフォークリフト）、交通（例えば電気またはハイブリッド自動車）、およびオフグリッド電力源（例えば非常電力源または通信）のための電力源として採用できる。より小型の燃料電池は可搬型の消費者用途、例えば、ノートブックコンピュータ、セルラー電話、パーソナルデジタルアシスタント（PDA）、その他に向けて、現在開発されている。

40

【0003】

典型的な従来の燃料電池スタックでは、電子は、ユニット燃料電池の膜電極組立体（MEA）から分離プレートを通じて次のユニット電池のMEAへと移動する。典型的には、燃料電池スタックの各端部において、電流が、接続部品を介して、外部回路へ、または外部回路から供給され、接続部品は、バスプレートおよびコネクタを含む。慣用的な燃料電池スタックは、分離プレート、MEA、およびバスプレートの間の電気接觸を確実にし、また、燃料および酸化剤が漏れないようにするために、多くのシールを必要とし、また圧縮力を印加する必要がある。燃料電池スタックは多くの部品を必要とし、アッセンブリは極めて複雑になってしまう。

【0004】

50

燃料電池は端部集結構造、例えば平坦構造 (planar configuration) で連結しても良い。そのような燃料電池システムでは、電流が、個々のユニット電池の端部から集められて燃料電池の平面で移動する。このような燃料電池システムでは、部品の空間配置は、慣用的な燃料電池スタックにおける部品の空間配置とは異なることになる。このような燃料電池システムにおいて、電子の流れの支配的な方向は慣用的な燃料電池スタックにおける電子の流れの支配的は方向と異なるかもしだれない。どのような燃料電池システムのいくつかにおいて、部品の所望の特性は、慣用的な燃料電池スタックにおける部品の所望の特性と異なるかもしだれない。

【0005】

いくつかの端部集結または平坦構造の燃料電池システムは、燃料電池システムの燃料電池層と種々の他の部品との間の良好な接触を維持するためには圧縮力を採用することがない。このような燃料電池システムでは、部品は他の手段により組付けられて接触状態に維持される。したがって、慣用的な燃料電池スタックにおいて外部回路との接続のために再称される部品は、端部集結型の燃料電池システムにおいて採用するには最適でないかもしだれない。

10

【0006】

単一の燃料電池においては、部品による些細な抵抗は比較的重要でないであろう。しかしながら、複数の燃料電池が、例えば、スタックにおいて、または平面燃料電池システムにおいて、使用されるときには、部品の抵抗が累積してアレイにおいて比較的大きな内部抵抗となる。スタックまたは平面燃料電池システムを含む、複数の電池を伴う場合、大きな内部抵抗が燃料電池システムの性能を低下させることになる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】国際公開第WO 03/063286号パンフレット

【特許文献2】米国特許出願公開第2008/0299435号明細書

【特許文献3】国際公開第WO 2011/079377号パンフレット

【特許文献4】米国特許第7,632,587号明細書

【特許文献5】米国特許第5,989,741号明細書

30

【発明の開示】

【0008】

この発明の種々の実施例は、相互接続体または電流コレクタを含む燃料電池接続要素を実現する。燃料電池接続要素は、燃料電池内において少なくとも1つの電極に対して約90°より小さな角度で配位された伝導性ファイバを含む。燃料電池接続要素は、燃料電池の少なくとも1つの電極から外部回路、または異なる燃料電池の電極への電気的に伝導性のある経路を実現する。この発明の実施例は、また、燃料電池層を含む、燃料電池接続要素を含む燃料電池と、これを製造する方法を実現する。

【0009】

この発明の種々の実施例は、他の燃料電池接続要素、燃料電池、または燃料電池層に対して所定の利点を実現し、これら利点のうちのいくつかは驚くべきものであり、また予想に反するものである。当業者は、伝導性ファイバを使用する燃料電池接続要素における最も大きな伝導性は、当該要素における最短で最も直接的な経路を形成することにより達成されると一般的に予想するであろう。燃料電池接続要素において、このことは、第1組の伝導性ファイバを、これらファイバが電極と直角をなすように配置することである。しかしながら、例えば、驚くべきことに、また予想に反することに、この発明のいくつかの実施例において、伝導性ファイバが電極または電極コーティングと約90°より小さな角度、例えば45°をなすように伝導性ファイバを配位させることにより、燃料電池接続要素の伝導性が、伝導性ファイバが電極または電極コーティングに対して約90°に配位された燃料電池接続要素の伝導性より大きいことを発見した。さらに、当業者が燃料電池接続要素内で伝導性ファイバを配置して最短経路を達成するためには、これは、第2組の伝導

40

50

性ファイバが第1組の伝導性ファイバとほぼ直角になるように（具体的には、第1組および第2組の伝導性ファイバがグリッドを形成する）、例えば、第2組の伝導性ファイバが燃料電池接続要素の長さ方向に平行になるように、第2組の伝導性ファイバを配置することである。これは、典型的には相互接続体の場合であり、ここでは、電流は相互接続体の長さ方向に沿って外部回路に移動できる。そのような配置では、ファイバが電子の伝導平面に平行になるファイバの配位を実現できる。ただし、他の例において、驚き、かつ予想外なことに、燃料電池接続要素に含まれる第1組の伝導性ファイバおよび第2組の伝導性ファイバを、電極または電極コーティングに対して約90°より小さな角度、例えば45°をなすようにし、相互にほぼ90°の角度を形成するようになると（例えば第1組および第2組の伝導性ファイバがグリッドを形成する）、この燃料電池接続要素の伝導性は、第1組および第2組の伝導性ファイバを含み、これらが電極または電極コーティングに対してほぼ90°の角度をなし、相互にほぼ90°の角度をなす燃料電池接続要素の伝導性より大きい。他の例において、この発明のいくつかの実施例の伝導性ファイバはより確実に結合され、この伝導性ファイバをこの燃料電池接続要素から引き抜くのは他の燃料電池接続要素におけるものより、より困難である。当該他の燃料電池接続要素は、電極または電極コーティングに対してほぼ90°の角度に配位される伝導性ファイバを具備するものを含み、また、電極または電極コーティングに対してほぼ90°の角度に配位される第1組の伝導性ファイバと、第1組の伝導性ファイバに対してほぼ90°の角度で配位される第2組の伝導性ファイバとを具備する燃料電池接続要素を含む。他の例において、この発明のいくつかの実施例は他の燃料電池接続要素より大きな強度または耐久性を持つことができる。他の例において、この発明のいくつかの実施例は他の燃料電池接続要素より小さな圧縮力を用いて製造可能である。他の例において、この発明のいくつかの実施例は、当該燃料電池接続体の長さ方向にほぼ沿うように配位された伝導性ファイバを含まず、他の燃料電池接続要素より柔軟性を持つことができ、硬直性がより少なくでき、当該要素の長さ方向にほぼ平行に配位された伝導性ファイバを含む燃料電池接続要素より、より柔軟である。他の例において、驚き、かつ予想外なことに、この燃料電池接続要素のいくつかの実施例はここに検討した利点を伴うことができ、これは、これは、より大きな伝導性、より堅固な伝導性ファイバの結合、より大きな耐久性、または、製造時に必要となる圧縮力がより小さいことを含み、これは、煩雑さや、価格を増大させること、材料の変更、または製造プロセスの実質的な変更を伴わない。

【0010】

この発明は燃料電池接続要素を実現する。燃料電池接続要素は非伝導性インターフェース領域を含む。非伝導性インターフェース領域は、第1の表面および第2の表面を具備する。燃料電池接続要素は、また、電子伝導性要素をふくむ。電子伝導性要素は2つの表面と、電子伝導性要素の2つの表面と平行な長さとを伴う。電子伝導性要素の表面の1つは、インターフェース領域の第2の表面に隣接して配置される。電子伝導性要素は伝導性ファイバを含む。伝導性ファイバは電子伝導性要素の2つの表面と平行して配位される。伝導性ファイバは燃料電池内の少なくとも1つの電極に対して約90°よりも小さな角度で配位されるように適合化される。燃料電池接続要素は、また、バインダを含む。バインダはインターフェース領域および電子伝導性要素を一体に保持する。燃料電池接続要素は、燃料電池の先の少なくとも1つの電極と外部回路との間に、または、燃料電池の先の少なくとも1つの電極と異なる燃料電池の少なくとも1つの電極との間に、電気的な伝導性経路を実現するように燃料電池内に適合的に使用される。

【0011】

この発明は燃料電池を実現する。燃料電池は、イオン伝導性要素を含む。燃料電池は、2またはそれ以上の電極コーティングを含む。燃料電池は、1またはそれ以上の燃料電池接続要素も含む。燃料電池接続要素は、非伝導性のインターフェース領域を含む。非伝導性のインターフェース領域はイオン伝導性要素と接触する。燃料電池接続要素は電子伝導性要素も含む。電子伝導性要素は2つの表面と、電子伝導性要素の2つの表面と平行な長さとを具備する。電子伝導性要素のこれら表面のうちの1つはインターフェース領域の第

10

20

30

40

50

2の表面に隣接して配置される。電子伝導性要素は伝導性ファイバを含む。伝導性ファイバは、電子伝導性要素の2つの表面とほぼ平行に配位される。伝導性ファイバは電極コーティングの1つに対して約90°より小さな角度で配位される。電子伝導性要素は、電極コーティングの1つと外部回路との間の、または、電極コーティングと他の燃料電池の電極コーティングとの間の、電気伝導性経路を実現する。経路は電子伝導性要素の長さ方向に沿って伸びる。

【0012】

この発明は燃料電池層を実現する。燃料電池層は複合層を含む。複合層は第1の表面と第2の表面とを有する。複合層は、複数の燃料電池接続要素を含む。複合層は複数のイオン伝導性要素を含む。イオン伝導性要素は、燃料電池接続要素の間に位置決めされる。複合層は第1の複数の電極コーティングも含む。第1の複数の電極コーティングは第1の表面の上に形成されてアノードを形成する。複合層は第2の複数の電極コーティングも含む。第2の複数の電極コーティングは第2の表面の上に形成されてカソードを形成する。第1および第2の複数の電極コーティングの各々はイオン伝導性要素の1つとイオン接触し、燃料電池接続要素の1つと電気接触する。燃料電池接続要素の少なくとも1つはインターフェース領域を含む。インターフェース領域は第1の表面と第2の表面とを有する。第1の表面はイオン伝導性要素の1つと接触する。燃料電池接続要素の少なくとも1つは、少なくとも1つの電子伝導性要素も含む。当該少なくとも1つの電子伝導性要素は、2つの表面と当該2つの表面と平行な長さとを具備する。当該少なくとも1つの電子伝導性要素の表面の1つは、インターフェース領域の第2の表面に隣接する。当該少なくとも1つの電子伝導性要素は伝導性ファイバを含む。伝導性ファイバは、当該少なくとも1つの電子伝導性要素の2つの表面とほぼ平行に配位される。伝導性ファイバは、第1または第2の複数の電極コーティングの少なくとも1つに対して約90°より小さい角度に配位されている。燃料電池接続要素の少なくとも1つは、第1または第2の複数の電極コーティングの少なくとも1つと外部回路との間の、または、第1または第2の複数の電極コーティングと第1または第2の複数の電極コーティングの異なる1つとの間の電気伝導性経路を実現する。この経路は、少なくとも1つの電子伝導性要素の長さ方向に沿って伸びる。

【0013】

この発明の実施例は、イオン伝導性要素、2またはそれ以上の電極コーティング、および、1またはそれ以上の相互接続体を含む燃料電池に関する。上記燃料電池接続要素は、第1の表面および第2の表面を具備する非伝導性インターフェース領域であって、当該インターフェース領域の上記第1の表面が上記イオン伝導性要素と接触する、上記非伝導性インターフェース領域と、電子伝導性要素であって、2つの表面と当該電子伝導性要素のこれら2つの表面と平行な長さとを具備し、当該電子伝導性要素のこれら表面の一方が上記インターフェース領域の上記第2の表面と隣接して配置される、上記電子伝導要素とを含む。上記電子伝導性要素は、上記電極コーティングの上記1つと、外部回路との間に、電気的な伝導経路を実現し、かつ、上記経路が上記電子伝導要素の長さに沿って伸びる。

【0014】

この発明の実施例は、また、第1の表面および第2の表面を具備する複合層を含む燃料電池層に関し、この複合層は、複数の電流コレクタと、上記電流コレクタの間に位置決めされる、複数のイオン伝導性要素と、上記第1の表面に配置された複数のアノードコーティングと、上記第2の表面に配置された複数のカソードコーティングとを含み、各コーティングは上記イオン伝導性要素の1つとイオン的に接触し、上記燃料電池接続要素の1つに電気的に接触する。上記電流コレクタの少なくとも1つは、第1の表面および第2の表面を具備し、上記第1の表面が上記イオン伝導性要素の1つと接触する、インターフェース領域と、2つの表面とこれら2つの表面と平行な長さとを具備し、これら表面の一方が上記インターフェース領域の上記第2の表面と隣接して配置される電子伝導性要素とを含み、上記電流コレクタの少なくとも1つが、上記電極コーティングの上記少なくとも1つと、外部回路との間に、電気的な伝導経路を実現し、かつ、上記経路が上記少なくとも1つの電子伝導要素の長さに沿って伸びる。

10

20

30

40

50

【0015】

この発明の実施例は、また、平面燃料電池用の相互接続体を製造する方法に関し、これは、第1の電気伝導性材料および第2の電気伝導性材料を層構造を形成するのに充分なだけ接触させるステップと、プレフォームを形成するのに充分なだけ層構造を硬化させるステップと、コーティングされたプレフォームを実現するのに充分なだけプレフォームをコーティングするオプションのステップと、プレフォームを活性化させるオプションのステップと、相互接続シートを実現するのに充分なだけプレフォームを硬化させるステップと、相互接続体を形成するのに充分なだけ相互接続シートを硬化させるオプションのステップとを含む。

【0016】

10

図面は、尺度を必ずしも描くものではないが、これらの図面において、いくつかの図を通じて同様の番号は実質的に類似の要素を記述する。異なるサフィックス文字を伴う同様の番号は類似の要素の異なる例を表す。図面は、この文書において検討される種々の実施例を図説するけれども、それは、全般的には一例としてものであり、限定を目的とするものではない。

【図面の簡単な説明】

【0017】

20

【図1A】慣用的な従来の燃料電池スタックの断面模式図である。

【図1B】慣用的な従来の燃料電池スタックの断面模式図である。

【図2A】第1の例の平面燃料電池層の断面図である。

【図2B】第2の例の平面燃料電池層の断面図である。

【図3A】事例的な平面燃料電池層100のユニット燃料電池の模式図である。

【図3B】事例的な平面燃料電池層100のユニット燃料電池の模式図である。

【図3C】事例的な平面燃料電池層100のユニット燃料電池のグラフである。

【図3D】事例的な平面燃料電池層100のユニット燃料電池のグラフである。

【図4A】事例的な実施例に従う、ユニット燃料電池の内部の相互接続体の切欠き断面図である。

【図4B】事例的な実施例に従う、ユニット燃料電池の内部の相互接続体の切欠き断面図である。

【図4C】事例的な実施例に従う、ユニット燃料電池の内部の相互接続体の切欠き断面図である。

【図4D】事例的な実施例に従う、ユニット燃料電池の内部の相互接続体の切欠き断面図である。

【図4E】事例的な実施例に従う、ユニット燃料電池の内部の相互接続体の切欠き断面図である。

【図4F】事例的な実施例に従う、ユニット燃料電池の内部の相互接続体の切欠き断面図である。

【図4G】事例的な実施例に従う、ユニット燃料電池の内部の相互接続体の切欠き断面図である。

【図4H】事例的な実施例に従う、ユニット燃料電池の内部の相互接続体の切欠き断面図である。

【図5】事例の実施例に従う、図4Gの相互接続体を採用する燃料電池システムの断面図である。

【図6A】事例の実施例に従う、相互接続体を採用する燃料電池システムの部分的な平面斜視図ある。

【図6B】事例の実施例に従う、相互接続体を採用する燃料電池システムの部分的な平面斜視図ある。

【図7】図4E～図4Gに図説する相互接続体のような相互接続体を準備するための実現可能な方法のプロセスプロック図である。

【発明を実施するための形態】

50

【0018】

以下の説明において、具体的な詳細はこの発明の理解をより確実にするために提示される。しかしながら、この発明はこのような詳細を伴うことなく実施できる。他の例においては、この発明が不必要に不明瞭にならないようにするために周知の事柄は示されないし、説明されない。図は、理解を助けるために、この発明が実施できる具体的な実施例を示す。この発明の趣旨を逸脱することなく、これら実施例は組み合わされて良く、他の要素または構造上、または論理状の修正を行って良い。したがって、明細書および図面は説明のためのものであり、制約的でないものとして理解されなくてはならない。

【0019】

この文書において参照されている文献、特許、および特許文書は、個々に参照してここに組み入れているけれども、ここで、すべて参照して組み入れることとする。当該文書とそれら文書との間で一貫性のない用例がある場合には、それら組み入れられた文書中の用例は当該文書の用例を補充するものと理解すべきであり、調整ができない場合には当該文書の用例が採用される。

10

【0020】

当該文書においては、用語「1」が用いられる場合には、特許文献で通常のように、「1」または「1より大きな場合を含み、これは任意の他の事例、または「少なくとも1つ」や「1または複数」の用例とは別である。当該文書においては、用語「または」は、そうでないと示される場合を除いて、非排他的なものを指すものとして用いられ、例えば、「A、B、またはC」は「A」のみ、「B」のみ、「C」のみ、「AおよびB」、「BおよびC」、「AおよびC」、および「A、BおよびC」を含む。当該文書において、用語「上」(a b o v e) および「下」(b e l o w) は、複合体の中心との関係で2つの異なる方向を記述するのに採用され、用語「より上」(u p p e r) および「より下」(l o w e r) は複合体の異なる2つの面を記述するのに採用される。しかしながら、これらの用語は、単に記述を容易にするために用いられ、説明される実施例の燃料電池層の配位を固定するものとして理解されない。添付の側面およびいずれの請求項においても、用語「第1」、「第2」、および「第3」等は単にラベルとして採用され、それらの対象の数的な要求を課すものでないことに留意されたい。

20

【0021】

この発明の実施例は、燃料電池相互接続部品、および、燃料電池構造を記述し、これが回路を燃料電池層の端部に接続する手段を提供する。実施例は、また、電流が大きな、電流コレクタの経路長に沿ってより伝導性がある経路を実現する。さらに、実施例は、燃料電池システムにおける電気化学部品に対する伝導性の耐腐食性インターフェースを実現する。この発明の電流コレクタおよび相互接続デザインは2つの異なるタイプの材料を含んで良く、これらは導電性および汚染特性を異にし、これらを組み合わせて使用して、必要な度高い導電性を実現しつつ、燃料電池層に保線特性が招来されるのを阻止する。

30

【0022】

相互接続体が提供され、これらは、端部集結燃料電池層を外部回路に接続させるためのものである。相互接続体は電子伝導性要素を含み、オプションとしてインターフェース領域を含む。電子伝導性要素は「1または複数」の電気導電性材料を含む。電子伝導性要素は、異なる組成物を具備する2以上の電子伝導性領域を含んで良い。

40

【0023】

相互接続体を含む、燃料電池、燃料電池層、および燃料電池システムが提供される。相互接続体が、燃料電池、燃料電池層、または燃料電池システムに採用されて、燃料電池の長さ方向に平行な方向に大きな電気伝導性を実現しながら、燃料電池の活性要素を腐食生成物の汚染から隔離する。いくつかの実施例の相互接続体は、燃料電池システムの部品の間の接触を維持するために圧縮力を採用しない燃料電池システムに含まれて良い。いくつかの実施例において、相互接続体は外部回路により簡単に接続されて良い。

【0024】

この発明の実施例は、プロトン交換膜(PEM)燃料電池、またはPEM燃料電池の部

50

品として説明される。しかしながら、実施例は、他のタイプの燃料電池、例えば、アルカリ燃料電池または固体酸化燃料電池において実施できる。実施例は、他のタイプの電気化学電池、例えば、電解槽または塩素アルカリ電池にも適用できる。

【0025】

いくつかの実施例に従う燃料電池システムは、種々の用途の給電源として採用されて良い。例えば、燃料電池システムは、可搬型の消費者用途の装置、例えば、ノートブックコンピュータ、セルラー電話、またはPDAを給電するのに採用されて良い。しかしながら、この発明は携帯型のアプリケーションに制約されるものではなく、実施例は、大規模用途、例えば、材料ハンドリングアプリケーション、交通アプリケーション、およびオフグリッド電力源、または他のより小型のアプリケーションに給電するのにも実施できる。

10

【0026】

この発明の実施例は異なる設計の種々の燃料電池とともに実施できる。いくつかの端部集結燃料電池の実施がここで説明され、これは一般的には平面層からなる。ただし、代替的には、同一または他の実施例を他の端部集結燃料電池とともに採用して良く、これは存在していても、したいなくても良い。参照を容易にするために、ここでの説明を通じて、そのような端部集結燃料電池および関連技術は「平面」(planar)燃料電池、「平面」燃料電池システム、または「平面」燃料電池層と呼ばれる。しかしながら、いくつかの実施例において、そのような燃料電池は、この発明とともに実施するために平面でなくてよいことに留意されたい。例えば、ユニット燃料電池のすべてが同一平面に横たわらないかもしれない(例えば、それらは柔軟性があり、螺旋状であり、筒状であり、または波状であってよい)。

20

【0027】

[定義]

ここで使用されるように、「触媒」はそれが変更または消費されることなしに反応の開始や反応速度の増加を支援する材料または物質である。触媒層は、即座に適用するのに適した任意のタイプの電極触媒を含んで良い。触媒または触媒層は純粋な白金、炭素支持白金、炭素黒、白金・ルテニウム、パラジウム、銅、酸化錫、ニッケル、金、カーボンブラックの混合物、および、1または複数のバインダを含んでよい。バインダはアイオノマー、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリカーボネート、ポリイミド、フルオロポリマー、および他のポリマー材料を含んでよく、フィルム、粉末、または分散剤であってよい。ポリイミドの一例はKapton(商標)である。フルオロポリマーの一例は、PTFE(ポリテトラフルオロエチレン)すなわちTeflon(商標)である。他のフルオロポリマーは、PFS(ペルフルオロスルホン酸)、FEP(フルオロ化エチレンプロピレン)、PEEK(ポリエーテルエチレンケトン)、および、PFA(ペルフルオロアルコエチレン)を含む。バインダは、PVDF(ポリビニリデンジフルオライド)粉末(例えばKynar(商標))、および二酸化珪素粉末であってよい。バインダは、ポリマーまたはアイオノマーの任意の組み合わせを含んでよい。カーボンブラックは、適切に細かく分割した炭素材料、例えば、アセチレンブラックカーボン、炭素粒子、炭素フレーク、炭素繊維、炭素針、カーボンナノチューブを含んでよい。

30

【0028】

ここで使用されるように、「コーティング」は複合層の表面に被着される伝導性薄膜を指す。例えば、コーティングは触媒層、または、電極、例えば、アノードおよびカソードであってよい。

40

【0029】

ここで使用されるように、「複合層」または「複合体」(composite)は、厚さを伴う少なくとも2つの表面を含む層であって、1または複数のイオン伝導性の通路および1または複数の電気伝導性通路がそれら表面の間に設けられているものを指す。複合体のイオン伝導性および電気伝導性は、イオン伝導性通路および電気伝導性通路を異なる寸法、形状、密度、または配列で設けることにより、当該複合体の異なる領域で変化されてよい。複合層は1または複数のインターフェース領域を含んでよい。複合層は、流体、

50

または具体的なタイプの流体（例えば気体または液体）に対して非透過性であってよい。

【0030】

ここで説明されるように、「電子伝導性要素」は電気的な伝導性通路を形成する複合層の要素を指す。電子伝導性要素は、例えば、複合層の一方の層から、この複合層を通じて、この複合層の反対の表面に至る1または複数の電気的な伝導性通路を形成して良い。電子伝導性要素は、電気的に伝導性の材料、たとえば、金属、金属フォーム、炭素質材料、電気伝導性セラミック、電気伝導性ポリマー、これらの組み合わせ等の1つまたは複数を含む。電子伝導性要素は電気伝導性でない材料を含んでも良い。電子伝導性要素はここでは「電流伝導性要素」、「電流コレクタ」、「相互接続体」、または「燃料電池要素」も指すことがある。

10

【0031】

ここで使用されるように、「イオン伝導性要素」はイオン伝導性通路を形成する要素を指す。イオン伝導性要素は複合体の要素であってよい。イオン伝導性要素はイオン伝導性材料、例えば、フルオロポリマーベースのイオン伝導性材料、または炭化水素ベースの伝導性材料を含む。イオン伝導性要素は「電解質」または「電解質膜」とも呼ばれる。

【0032】

ここで使用されるように、「インターフェース領域」は、電気的に伝導性でない、複合層の要素を指す。インターフェース領域は、例えば、無視可能なイオン伝導性および無視可能な電気伝導性を有する材料を含んで良い。インターフェース領域は電子伝導性領域と併連付けて用いられて電流コレクタを形成してよく、この場合、インターフェース領域は電子伝導性領域に隣接して電子伝導性領域の一方の側または両側に被着される。電子伝導性領域はインターフェース領域中に埋め込まれて電流コレクタを形成して良い。インターフェース領域（1または複数）は電流コレクタにおいてオプションの要素であり、必須の要素でないことに留意されたい。電流コレクタの要素として使用されるときには、インターフェース領域は、電子伝導性領域およびイオン伝導性領域の間の接着性を向上させるために使用でき、かつ／また、隣接する電気化学電池の間の電気絶縁を実現するのに使用できる。

20

【0033】

ここで使用されるように、「燃料」は、燃料電池における燃料として使用して好適な任意の材料を指す。燃料の例は、これに限定されないけれども、水素、メタノール、エタノール、ブタン、水素化ホウ素化合物、例えば、水素化ホウ素ナトリウムまたはカリウム、蟻酸、アンモニア、およびアンモニア誘導体、例えば、アミンおよびヒドラジン、金属錯体水素化物化合物、例えば、アルミニウム水素化ホウ素、ボラン例えばジボラン、炭化水素、例えば、シクロヘキサン、カルバゾール、例えば、ドデカヒドロ-n-エチルカルバゾール、および他の飽和環状、多環式炭化水素、飽和アミノボラン、例えば、シクロトリボラザンを含んでよい。

30

【0034】

ここで使用されるように、「平面」（plane）は、既知拡張および空間方向または位置を伴う2次元仮想表面を指す。例えば、矩形ブロックは、相互に直交する、1つの垂直の平面および2つの水平な平面を具備して良い。平面は相互との関係で、例えば、90°より大きな、または小さな角度を用いて定義されて良い。

40

【0035】

ここで使用されるように、「燃料電池接続要素」は、燃料電池の少なくとも1つの電極と外部回路との間を含む電気経路を直接または間接的に形成する、あるいは、燃料電池の少なくとも1つの電極とその燃料電池の他の1つの電極との間を含む電気経路を直接または間接的に形成する、燃料電池相互接続体、または燃料電池電流コレクタ、または他の接続要素を指す。

【0036】

ここで使用されるように、「相互接続体」（interconnect）は、燃料電池接続要素を指し、ここで、相互接続体は、燃料電池の少なくとも1つの電極と外部回路との

50

間を含む電気経路を直接または間接的に形成する。いくつかの実施例において、相互接続体は、燃料電池の1つの電極とその燃料電池の他の1つの電極との間の電気経路を形成し、もって、他の接続要素を通じて外部回路に電流が流れようになし、もって、燃料電池の少なくとも1つの電極と外部回路との間を含む電気経路を間接的に形成する。いくつかの実施例において、相互接続体は、電流コネクタであって良い。

【0037】

ここで使用されるように、「電流コレクタ」は、燃料電池接続要素を指し、ここで、電流コネクタは、燃料電池の1つの電極とその燃料電池の他の1つの電極との間の電気経路を直接または間接的に形成する。いくつかの実施例において、電流コレクタは、燃料電池の1つの電極と外部回路との間の電気経路を他の接続要素を通じて形成し、もって、他の接続要素を通じて外部回路に電流が流れようになし、もって、燃料電池の少なくとも1つの電極とその燃料電池の少なくとも1つの他の電極との間を含む電気経路を間接的に形成する。いくつかの実施例において、電流コレクタは、相互接続体であって良い。

10

【0038】

ここで使用されるように、「バインダ」は複数の材料を結合させ、または保持させる材料を指す。例えば、バインダは、非伝導性材料、例えば、ポリマー、またはポリマー混合物であってよく、また、硬化性であってよい。いくつかの実施例において、バインダは材料を一緒に結合させることができる任意のエポキシまたはエポキシ樹脂であって良い。バインダは任意の適切な熱硬化性または熱可塑性のポリマーであって良い。

20

【0039】

慣用的な従来の燃料電池スタック10は図1Aに示される。燃料電池スタック10はユニット燃料電池20を具備し、これらは直列に配置される。燃料電池20は例えばプロトン交換膜(PEM)燃料電池を含んで良い。燃料電池20の各々は、膜電極組立体(MEA)22を含み、これがカソード、アノード、プロトン交換膜、およびガス拡散層(図示しない)を具備する。アノードで自由化された電子は、分離プレート34のランディング32を通じて次のユニット電池のMEA中のカソードへと移動する。最後のユニット電池のMEAのアノードで自由化された電子は、接続要素36を通じて外部回路38に移動する。電子は分離プレート34からバスプレート40へと移動し、このバスプレート42がコネクタ42を通じて外部回路38に接続される。

30

【0040】

図1Bは、図1Aの燃料電池スタックの部分50を通じた電子の流れを示す模式的な断面図である。燃料(例えば水素)が、第1の分離プレート34'を通じて、また、GDL30A'を通じて移動し、アノード26'で反応して、電子およびプロトンを自由化させる。電子は、第1の分離プレート34'を通じて、またGDL30C"を通じて、さらに、次のユニット電池のカソード24"を通じて移動する。電子は、分離プレート34'を通じて分離プレート34'の平面と直交する方向(またはその長さを境界付ける表面に直交する方向)に移動する。アノード26"で自由化された電子は、分離プレート34"を通じてそのプレートの平面と直交する方向にバスプレート40へと移動する。

【0041】

分離プレートを通り抜ける電流の支配的な方向は、通り抜け平面(すなわち、プレートの平面に直交、または最も大きな面積を伴う2つの表面に対して直交するもの)、慣用的な燃料電池スタックにおいて採用されている分離プレートは通り抜け方向に大きな電気伝導性を持たなければならない。電子は分離プレートのこれらフェース(すなわち、大きな面積を有する2つの表面を通じて)を移動するので、これらフェースは電気的に伝導性でなければならない。理解できることに、図示のとおりの慣用的な燃料電池スタックにおいてはプロトン交換膜は接続要素のいずれとも直接的な物理的接触を行っていない(すなわち、これは分離プレート34、バスプレート40、または相互接続体42と物理的に接触していない)。

40

【0042】

図2Aは、事例的な平面燃料電池層100の断面図であり、これは本出願人の申請に係

50

る「電気化学反応層の下に横たわる電流搬送構造を具備する電気化学電池」という題名の米国特許第7,632,587号にせつめいされるようなものであり、その開示内容は参考してここに組み入れる。事例的な平面燃料電池層100は、複合層124を含み、この複合層124がイオン伝導性要素118および電流コレクタ112を具備する。図2Bに示す事例的な燃料電池層150においては、複合層174は基体領域172も具備する。基体領域172は電気的に非伝導性の材料を含み、イオン的に非伝導性であっても良い。図2Aに戻って説明すると、燃料電池層100は、2つの型の電極コーティング、すなわち、カソードコーティング116Cおよびアノードコーティング116Aを含んで良い。カソードコーティング116Cは複合層124の上側に配置され、複合層124の上側表面に接着される。(図2Bでは、116Cおよび116Aとしてそれぞれ示される。)アノードコーティング116Aは複合層124の下側に配置され、複合層124の下側表面に接着される。

10

【0043】

事例的な平面燃料電池層100は、3つのユニット燃料電池120、121、および122を具備する。ユニット電池の各々は、電流コレクタ112によって結合されている。電流コレクタ112は、内部電流コレクタ112a(例えば、燃料電池層100の内部で2つのユニット電池の間に位置決めされる電流コレクタ)と相互接続体112b(例えば、燃料電池層100の端部に位置決めされる電流コレクタ)とを含む。図に示される事例的な平面燃料電池層において、内部電流コレクタ112aおよび相互接続体112bは同一である。

20

【0044】

図3Aはユニット燃料電池120の模式的な斜視図である。図に示される実施例において、燃料および酸化剤はそれぞれ水素および酸素である。しかしながら、この発明の実施例は、他の組み合わせの燃料および酸化剤を採用する燃料電池にも利用できることに留意されたい。水素はアノードコーティング116Aに接触してプロトンと電子とに分解される。電子は、アノードコーティング116Aを通じて燃料電池120の平面に平行な方向に移動して電流コレクタ112aへと進み、この電流コレクタ112aは隣接ユニット電池と共有される。電子は電流コレクタ112aを通じて燃料電池120の平面と直角な方向に移動し、隣接ユニット電池のカソードコーティングに進む。プロトンはイオン伝導性要素118を通じてカソード116Cの反応サイトへと進む。

30

【0045】

ユニット燃料電池120は、燃料電池層100(図2A)の外側端部に位置決めされる。電子は外部回路(図示しない)から相互接続体112bを通じて燃料電池120の長さ方向(ページへと)と平行な方向に移動し、さらに相互接続体112bに沿って移動し、さらに、燃料電池120の平面と直交する方向にカソードコーティング116Cの非活性部分115中へと移動する。非活性部分115はイオン伝導性要素118と接触していないので、非活性部分115は酸化剤およびプロトンの間の反応をサポートせず、むしろ、接続要素として機能する。このため、非活性部分115および相互接続体112bが一緒になって接続要素126を形成する。電子は、カソードコーティング116Cの非活性部分115から活性部分へと、カソードコーティング116C、燃料電池層100、および素後接続体112bの平面と平行な方向に移動する。酸素がカソードコーティング116Cに接触して化学反応のサイトへ移動する。酸素は換言されて、水が生成され、これが周囲の環境へと拡散し、またはカソードコーティング116C中に残って良い。

40

【0046】

図3Bは、相互接続体、オプションとして電極コーティングの非活性部分を含む、接続要素126を通じて流れる電流を示す切欠き斜視図である。図3Cおよび図3Dは、それぞれ接続要素126の長さ「L」および幅「W」に沿う距離「d」の関数としての電流「i」のプロットである(Wは相互接続体112bの幅と同一であってもそうでなくてもよい)。電流は、電極コーティングの活性部分から電極コーティングの非活性部分または相互接続体を通じて「y」軸に平行な方向に移動する。電極コーティングの電気伝導性が相

50

互接続体のそれより大きければ、電流は、電極コーティングの非活性部分を主に通じるルートを探る。相互接続体の電気伝導性が電極コーティングのそれより大きければ、主に相互接続体を通じるルートを取るかもしれない。図3Cに示すように、この方向を移動する電流は幅Wに渡って一定であり、(したがって)電流密度はWに沿って一定である。

【0047】

電流は、また、相互接続体112bを通じて外部回路へと移動する。図3Dに示すように、電流は、相互接続体11bの長さLに沿って増大する。同様に、電流密度は、長さLに沿って外部回路との接続部の方向へと増大する。これから理解できるように、電荷が長さLに渡って移動する距離は、電荷が幅Wに渡って移動する距離に較べて顕著に長い。電流は相互接続体の長さに沿って累積され、電流は、ユニット電池の幅を横切る場合に較べると、相互接続体の長さに沿って比較的長い距離だけ移動するので、相互接続体の抵抗が、電気性能の損失の主たる原因となる。したがって、相互接続体112bはその長さLに沿う伝導性が大ききことが望まれる。

10

【0048】

平面燃料電池層の相互接続体を設定する際には考慮すべきトレードオフがある。一方では、相互接続体の電気伝導性を、とくにその長さ方向に大きくすることが望まれる。しかしながら、電気伝導性が大きな材料は高価であり、また、酸化環境で腐食物質を生成し、この腐食物質は燃料電池の活性要素(例えばイオン伝導性要素)を汚染しやすい。したがって、相互接続体は大きな電気伝導性を保持しつつ、燃料電池の活性要素を腐食物質に露呈させないように設計することが望まれる。

20

【0049】

いくつかの平面燃料電池層(例えば平面燃料電池層100)において、イオン伝導性要素は電流コレクタの間に配置され、イオン伝導性要素の端部が電流コレクタの端部と接触する。平面燃料電池層はこの平面燃料電池層を横切って燃料または酸化剤がもれないようにすることが好ましい。この発明の実施例の電流コレクタ(例えば相互接続体)は、イオン伝導性要素を形成する材料と漏れ耐性結合を形成することができる。例えば、この結合は、約5psi、または約15psiの気体圧力に、検出可能な量の流体、例えば燃料の漏れを伴うことなく、耐えることができて良い。いくつかの実施例において、この層は、いくつかの流体に対して実質的に非透過性であり、その他に対して透過性である。例えば、この層は、燃料により印加される気体圧力に対して実質的に非透過性であって良く、しかしながら、水はイオン伝導性要素を通じて浸入できる。

30

【0050】

いくつかの平面燃料電池は携帯型消費者向け用途の製品、例えば、ノートブックコンピュータ、セルラー電話、パーソナルデジタルアシスタント(PDA)、その他に給電するように設計される。そのような用途の製品では、燃料電池組立体およびシステムように利用できる空間は小さい。いくつかの平面燃料電池は、外部回路と接続するが電気相互接続体を保持するためにクランプまたは圧縮力を必要とする。クランプ具および他の圧縮手段は携帯型消費者向け装置において貴重な空間を占めてしまう。締めつけなければならない、燃料電池の部品(例えば、拡散層、触媒層、流れチャネル)は、変形したり壊れたりすることなしに、クランプ力に耐えなければならない。さらに、クランプ具や他の圧縮手段を採用すると燃料電池組立体の設計や組み立て方法に制約を加える。この実施例の平面燃料電池は、これを外部回路に接触維持するためにクランプまたは圧縮力を必要としない。

40

【0051】

図4A～図4Gは、いくつかの事例的な実施例に従う、ユニット田地内の相互接続体の切欠き断面図を示す。理解を容易にするために電極コーティングは省略されており、イオン伝導性要素202の一部のみが図に含まれている。相互接続体210、220、230、240、250、260、260a、270は、各々、1または複数の電子伝導性要素218、228、238、248、258、268、268a、278を具備し、これらが1または複数の型の電子伝導性領域を有する。相互接続体210、230、250、2

50

60、260a、270は、1または複数の第1の電子伝導性領域212、232、252、262、262a、272を含む。相互接続体210、220、230、240、250、260、260a、270は、1または複数の第2の伝導性領域214、224、234、244、254、264、264a、274を含む。相互接続体220、240、250、260、260a、270は、インターフェース領域226、246、256、266、266a、276も含む。

【0052】

第1の伝導性領域212、232、252、262、262a、272は、ほどほどに、電気伝導性を伴い腐食耐性を有する材料を含んで良い。例えば、第1の伝導性領域は、炭素質の材料、例えば、カーボンファイバ、カーボンニードル、非晶質カーボン、カーボンニードル、カーボンフォーム、カーボンクロス、その他、またはこれらの組み合わせを含んで良い。第1の伝導性領域は、付加的に、または代替的に、非炭素質の材料、例えば電気伝導性セラミック、電気伝導性ポリマー、その他、またはこれらの組み合わせを含んで良い。

10

【0053】

燃料電池層において、第1の伝導性領域はほどほどの伝導性経路をそれがある場合には、電極コーティングから第2の伝導性領域へと、あるいは逆方向へと、実現できる。第2の伝導性領域を含む相互接続体においては、第1の伝導性領域が燃料電池の活性要素を腐食から隔離するのを支援できる。このような相互接続体においては、第2の伝導性領域は第1の伝導性領域に隣接して配置され（例えば図4E）、あるいは第1の伝導性領域の2つの部分の間に配置され、あるいは第3の伝導性領域の下に配置されて良い（例えば図4C、4F、4G、4H）。第2の伝導性領域を含まない相互接続体においては、第1の伝導性領域がほどほどの伝導性経路を外部回路との間で実現できる。

20

【0054】

第2の伝導性領域214、224、234、244、254、264、264a、274は、非常に電気伝導率が大きな材料（例えば第1の伝導性領域における材料の電気伝導性より電気伝導性が大きい材料）を含む。例えば、第2の伝導性領域は金属または金属合金を含む。事例的な実施例において、第2の伝導性領域は、銅、例えば、銅メッシュを含む。ただし、他の実施例において、第2の伝導性領域は電気伝導性が大きい他の材料を含んで良い。燃料電池層において、第2の伝導性領域は、その長さ方向（または長さの最も長い方向）に沿って、相互接続体の外部回路へ、または外部回路からの高伝導性経路を実現できる。

30

【0055】

インターフェース領域226、246、256、266、266a、276は、1または複数の材料を含み、これは電気的に非伝導性、イオンに関し非伝導性、または双方であって良い。例えば、インターフェース領域は、硬化形態または非硬化状態で、バインダとして働き；化学的に非活性であり、イオン伝導性要素の材料と結合するための良好な表面を実現し；またはこれらの組み合わせを実現する。インターフェース領域は、代替的に、または付加的に、フィラーまたは強化材として働く非伝導性材料を含む。例えば、インターフェース領域は、ファイバーガラス、エポキシ、ポリマー、熱硬化性ポリマー、プラスチック、二酸化チタン、酸化鉄、炭酸カルシウム、その他、またはこれらの組み合わせを含んで良い。

40

【0056】

燃料電池層において、インターフェース領域は、1、または、それ以上の、または多数の機能を実現して良い。インターフェース領域は、非伝導性表面を付与して電極コーティングをそこで終端させることによりユニット電池を隔離するのを支援する。インターフェース領域は、イオン伝導性要素との間に、ある程度、強い結合を実現することが可能な表面を実現して良い。採用される材料および方法に応じて、インターフェース領域は、相互接続体と、イオン伝導性要素を形成するイオン伝導性材料との間の接着を助長して良い。相互接続体は第2の電子伝導性領域を含むけれども第1の電子伝導性領域は含まず、イン

50

インターフェース領域は、イオン伝導性要素を第2の電子伝導性領域との直接的な接触から隔離し、もって、腐食物の汚染の可能性を低減させる。

【0057】

図4Aは、第1の事例的な実施例に従う相互接続体を示す。相互接続体210は電子伝導性要素218を具備し、これは1つの第1の伝導性領域212と1つの第2の伝導性領域214とを有する。燃料電池層において、相互接続体210は、大きな電気伝導性を実現し(すなわち、第2の伝導性領域214を通じて)、他方、燃料電池の活性領域を、腐食物の露呈から隔離することができる。第2の伝導性領域214はイオン伝導性要素202と直接的に物理接觸をしていないので、腐食物がイオン伝導性要素に直接に滲み出たり浸入したりする可能性が小さくなる。関連する電極コーティングは、それが第2の電子伝導性領域214と直接に物理的接觸を行わないように位置決めされる(例えば、これは第1の伝導性領域212の上側または下側に野見るけれども第2の伝導性領域214へは延びない)。このような実施例においては、腐食物が間接的にイオン伝導性要素へと滲み出たり、浸入したりする(例えば電極コーティングの非活性部分を通じて)可能性が、燃料電池システムの寿命期間に渡って、顕著に減少される。

10

【0058】

図4Bは第2の事例的な実施例に従う相互接続体を示す。相互接続体224は1つの第2の伝導性領域224を有する電子伝導性要素228と、インターフェース領域226とを具備する。第2の伝導性領域224はイオン伝導性要素202と直接的に物理接觸をしていないので、腐食物がイオン伝導性要素に直接に滲み出たり浸入したりする可能性が小さくなる。インターフェース領域226はイオン伝導性要素202と相互接続体220との間の接着を助長する表面を実現して良い。

20

【0059】

第1の伝導性領域、および/または、インターフェース領域は、相互接続体に対して強度または剛性を付与しても良い。図4Cおよび図4Dは、相互接続体230および240をそれぞれ示す。相互接続体230は、1つの第2の伝導性領域234を、2つの第1の伝導性領域232で挟み込んでいる。相互接続体240は、1つの第2の伝導性領域244を、2つのインターフェース領域246で挟み込んでいる。第2の伝導性領域234、244のいずれの側部にも第1の伝導性領域232またはインターフェース領域246を含ませているので、相互接続体230、240に付加的な強度または剛性が付与できる。

30

【0060】

図4Eは第5番目の事例的な実施例に従う相互接続体を示す。相互接続体250は、1つの第1の伝導性領域252および1つの第2伝導性領域254を有する電子伝導性要素258を具備する。相互接続体250は1つのインターフェース領域256も具備する。燃料電池層において、第1の伝導性領域252は、電極コーティングから第2の伝導性領域254への、または、その逆の経路を実現して良い。第1の伝導性領域によって第2の伝導性領域254と電極コーティングとの電気接觸が、物理的な接觸を伴うことなく実現でき、もって、燃料電池システムの寿命期間に渡って、イオン伝導性要素202の汚染の可能性が減少する。第2の伝導性領域254は、ユニット燃料電池への、またはユニット燃料電池からの、高伝導性経路を実現できる。インターフェース領域256は、イオン伝導性要素202と相互接続体250との間の接着を助長する表面を実現して良い。

40

【0061】

図4Fおよび図4Gは、第6番目および第7番目の事例的な実施例に従う相互接続体を示す。相互接続体260および270は、先に説明した実施例の各変形例である。図から理解できるように、相互接続体260、270は、1つの電子伝導性要素268、278を具備し、これが、1つの第2の伝導性領域264を2つの第1の伝導性領域262で挟み込んでいる。相互接続体260、270の各領域は先に検討した実施例に従う相互接続体の各領域と同様に機能できる。

【0062】

図4Hは、第8番目の事例的な実施例に従う相互接続体を示す。相互接続体260aは

50

図4Fにおいてズッ節下相互接続体260の実施例の変形例である。ただし、このような変形例は、第2の伝導性領域が2つの第1の伝導性領域により挟み込まれる、または2つのインターフェース領域に挟み込まれる事例的な実施例のいずれにも適用できる。図4Hにおいて、第2の伝導性領域264aは非対称な形態で、2つの第1の伝導性領域262aによって挟み込まれる。このような実施例によれば、第2の伝導性領域264aが埋め込まれ、または2つの他の材料により挟み込まれる実施例において、第2の伝導性領域と燃料電池の活性領域との間の距離が最大化でき、相互接続体260aの全体の幅に対する影響を最小化できる。

【0063】

図から理解できるように、相互接続体230、240、270はその長さに関して対称である。例えば、各々は、第2の伝導性領域234、244、274を2つの領域または2つの領域群で挟み込み、これらの両側部で同一である。燃料電池システムにおいて、相互接続体230、240、270は曲がったり、歪んだりすることが少ない。なぜならば、第2の伝導性領域234、244、274の各側部における領域は同一の熱膨張係数を伴うからである。

10

【0064】

いくつかの燃料電池システムは、液体の燃料（例えば、直接メタノール燃料電池システムにおけるメタノール）、または加湿気体の燃料（例えば、PEM燃料電池システムにおける加湿水素）を採用する。液体または加湿気体の形態の燃料を最小市内燃料電池システムにおいては（例えば非加湿水素を採用しないPEM燃料電池システム）、カソードで生成された水は、燃料プレナム中で溜められて良い。水または液体が存在するような燃料電池システムにおいても、金属を含む相互接続体を使用すると、腐食物のイオン伝導性要素への染み出しを通じて、イオン伝導性要素の汚染が発生する。

20

【0065】

図5は、燃料電池システム280の断面図であり、事例的な実施例に従う、図4Gで示される相互接続体（最後の電流コレクタ）を図説する。燃料電池システム280は、燃料電池層282を具備し、これは、相互接続体284を含む複合層、カソードコーティング286、およびアノードコーティング288を具備する。相互接続体284は、非腐食性の電気的な伝導性材料を含む第1の伝導性領域283と、電気的に伝導性があり、腐食を受けやすい材料、例えば金属を有する第2の伝導性領域285とを具備する。いくつかの実施例において、第2の伝導性領域285は第1の伝導性領域283より大きな電気的伝導性を有して良い。いくつかの他の実施例において、第2の伝導性領域285および/または第1の伝導性領域283は異方性の伝導性を具備して良く、1つの方向の電気伝導性が他の方向の電気伝導性より大きくて良く、例えば、第1の伝導性領域283は幅を横切る方向に電気伝導性がより大きく（例えば、図5の頁を横切る方向）、他方、第2の伝導性領域285はその長さ方向に沿って電気伝導性が大きくて良い（例えば図5に示されるように頁の中方向）。図説の実施例において、燃料電池システム280は、燃料電池282に結合される燃料拡散マニホールド290を含み、これが燃料プレナム292を形成する。図示の実施例において、燃料拡散マニホールド290は、スペーサ294を介して燃料電池層282に結合される。ただし、代替的な実施例において、燃料拡散マニホールド290は燃料電池層282に直接に結合されても良く、また、例えば、燃料電池層282および燃料マニホールド290の間に配される流れ場または多孔質層を用いて間接的に結合されても良い。付加的な支持構造が燃料マニホールド290および燃料電池層282の間に配されて良く、これは例えば、本出願人の出願に係る、「省スペース流れプレナムを含む燃料電池システムおよび関連する方法」という題名の米国特許出願公開第2009/0081493号明細書に説明されているようなものであり、その開示内容は参照してここに組み入れる。

30

【0066】

図説の実施例において、スペーサ294は、第2の電子伝導性領域285の表面を被覆するように配置される。カソードコーティング286から第1の伝導性領域285へと伸

40

50

びる（第1の伝導性領域283またはカソード286の非活性部分のいずれかを通じて）電気経路があるけれども、燃料は第1の伝導性領域285に接触しない（直接的にも、カソードコーティング286を介して間接的にも接触しない）。したがって、相互接続体284は燃料電池層282への、またはそれからの高伝導性経路を実現するけれども、燃料電池層282の活性要素を、燃料電池動作の間に腐食物を生成する材料に露出させない。

【0067】

実施例に従う相互接続体を燃料電池システム中に採用すると、この相互接続体が外部回路への接続を単純化させることができる。図6Aおよび図6Bは、事例的な実施例に従う図4Gの相互接続体306、346を採用した燃料電池層302、342の平面斜視図である。部分的な燃料電池システム300、340は、燃料電池層302、342を含む。燃料電池システム300は接続要素304も含む。燃料マニホールド組立体は明瞭化のために削除した。燃料電池層302、342は、内側電流コレクタ305、345および相互接続体306、346を有する複合層の上にカソードコーティング314、354およびアノードコーティング（図示しない）を配置させている。図示の実施例において、相互接続体306a、346aは部分的にカソードコーティング314、354によって被覆されるように示されており、他方、相互接続体306b、346bは充分に露出されて示されている（燃料電池302、342のカソードコーティングと接触している。図示しない）。図示の実施例において、相互接続体306a、306b、346a、346bは第2の伝導性領域316、356を具備し、これは金属を含む。燃料電池層302、342は、さらに、インターフェース領域318a、318b、358a、358bを含み、これは電流コレクタの両方の即部に配されて隣接ユニット電池の間の電気的非接続を実現する。

10

20

30

40

【0068】

第1の伝導性領域316、356を伴う相互接続体306a、306b、346a、346bを採用しているので、燃料電池層300、340を該具カイロに瀬と属させる手法としてハンダ付けを採用できる。図6Aを参照すると、燃料電池システム300において、はんだパッド308が形成され、相互接続体306a、306bの第2の伝導性領域316と接触する。はんだパッド308は突起310と接触する大きな表面を実現できる。図示の実施例において、突起310はネジである。ただし、ピン（例えばバネピン）、ノブ、スタッ度、その他のような他の突起を採用して良い。突起310は種々の手段を通じて外部回路に接続されて良い。事例的な実施例において、突起310は回路基板に接続される。

【0069】

外部回路は、また、直接に相互接続体に接続されて良い。図6Bを参照すると、燃料電池システム340において、外部回路350のワイヤがポイント348a、348bにおいて相互接続体346a、346bに直接にハンダ付けされて良い。このため、いくつかの実施例に従う相互接続体を採用する燃料電池システムは、外部回路とのセツツ職を維持するためにクランプや圧縮力を必要としない。いくつかの実施例に従う燃料電池システムは、装置、例えば可搬性消費者向け用途製品においてスペースをより必要としなくなる。

【0070】

他の実施例において、相互接続体がこれ自体で外部回路との接続のための便利なタブまたは表面を実現して良い。例えば、ネジ、ピン（例えばバネピン）、その他の突起を、半田パッドを必要とすることなしに、相互接続体に直接に接触させるように配置して良い。他の実施例において、相互接続体は、カードエッジコネクタに燃料電池層を装着することにより、エッジカードコネクタの端子に接触するように配置してよい。

【0071】

図2Aの事例的な平面燃料電池に採用される、この発明の1または複数の実施例に従う相互接続体がここで説明された。ただし、相互接続体は他の事例的な平面燃料電池に適用されて良い。「電池をサイド・バイ・サイドで配列させた電気化学電池システム」という題名の米国特許第5,989,841号明細書、および、「サイド・バイ・サイド燃料電

50

池」という題名で売国特許出願公開第U.S.2008/0299435号として公表された米国特許出願第12/153,764号に開示されているような、エッジコレクト燃料電池の多くの他の実施例に適用されて良い。

【0072】

図7は、事例的な実施例に従う、図4E～4Hに示す相互接続体のような相互接続体を準備するための1つの実現可能な方法のロックプロセス図である。方法400において、第1の電気伝導性材料402および第2の電気伝導性材料404が第1の層形成ステージ410で処理され「層構造体」412を形成する。層構造体412は硬化ステージ420で処理されてプレフォーム422を形成する。プレフォーム422はオプションとして第2の層形成ステージ430で処理されて被覆されたプレフォーム432を形成し、被覆されたプレフォーム432はオプションとして第2の硬化ステージで処理されて相互接続シート442を形成する。相互接続シート442は切断ステージで処理されて相互接続体452を形成する。

10

【0073】

電気伝導性材料402、404は、層形成ステージ410で処理されて「層構造体」412を形成する。層形成ステージ410は、1または複数の第1の電気伝導性材料402を1または複数の第2の電気伝導性材料404に重ねて層構造体412を形成する処理を含む。第1の電気伝導性材料402は程々の電気伝導性を有し腐食耐性を有する1または複数の材料を含む。例えば、第1の電気伝導性材料は、グラファイト、かつ長グラファイト、カーボンファイバ、カーボンニードル、非晶質炭素、炭素フォーム、その他、またはこれらの組み合わせのような、炭素質材料を含んで良い。事例的な実施例において、第1の電気伝導性材料402は織布カーボンファイバのようなカーボンファイバを含んでよい。第1の電気伝導性材料は非伝導性材料、例えば、材料を結合でき、または熱硬化性ポリマーのような硬化可能な非伝導性材料を含んでも良い。事例的な実施例において、第1の電気伝導性材料402はエポキシ樹脂を含んで良い。他の事例的な実施例において、第1の電気的導電性材料402はプレ含浸織布カーボンファイバの形態でカーボンファイバおよびエポキシ樹脂を含んで良い。

20

【0074】

第2の電気伝導性材料404は極めて大きな電気伝導性を有する1または複数の材料(すなわち、第1の電気伝導性材料402の電気伝導性より大きな電気伝導性を有する1または複数の材料)を含んで良い。例えば、第2の電気伝導性材料404は、金属または金属合金を含んで良い。事例的な実施例において、第2の電気伝導性材料404は銅または銅メッキを含んで良い。第2の電気伝導性材料404は付加的にポリマーまたはポリマー混合物のような非伝導性材料を含んで良い。第2の電気伝導性材料404は、材料と一緒に結合させることができる材料または硬化可能な非伝導性材料を含んで良い。事例的な実施例において、第2の電気伝導性材料404は、樹脂、例えば、エポキシ樹脂、または任意の熱硬化性または熱可塑性ポリマー、または任意の他のポリマー、または適切な特性を処理する複合材を含む、ポリマー混合物を含んで良い。

30

【0075】

層構造体412は硬化ステージ420で処理されてプレフォーム422を形成して良い。硬化ステージ420は層構造体412を熱、圧力、または双方で所定の時間処理することを含む。層構造体412は、例えば、プレフォーム412が所望の厚さまたは平坦さを取得するのに充分な圧力で処理される。

40

【0076】

プレフォーム422はオプションとして第2の層形成ステージ430で処理されて被覆されたプレフォーム432を形成して良い。第2の層形成ステージ430はインターフェース材料434をプレフォーム422に重ねる処理を含む。インターフェース領域材料434は、非伝導性で化学的に不活性な(または化学的に不活性に処理できる)1または複数の材料を含んで良い。事例的な実施例において、インターフェース材料434はフィラ-436および硬化可能なポリマー混合物438を含んで良い。フィラ-336は、形成

50

されたインターフェース領域の幅を増大させ、堅固さまたは構造的支持を実現するように働く非伝導性の材料、例えば、ガラスファイバ（例えば織布ガラスファイバ、または非織布ガラスファイバ）、プラスチック（例えば、プラスチックシート、プラスチック粒子、織布プラスチックストランド、または多孔質プラスチック）、二酸化チタン、酸化鉄、二酸化シリコン、炭酸カルシウム、その他、またはこれらの組み合わせを含んで良い。硬化可能なポリマー混合物438は化学的に不活性で、電気的に絶縁性で、またはイオン伝導性材用との結合を良好にする表面を実現する1または複数の材料を含んで良い。事例的な実施例において、硬化可能なポリマー混合物438はバインダとして働き硬化可能な非伝導性材料を含む。いくつかの実施例において、硬化は、熱硬化性ポリマーのように、熱の存在により促進されまたは活性化できる。硬化可能なポリマー混合物は熱を加えることなしに硬化可能であって良い。硬化可能なポリマー混合物は、樹脂、硬化剤、柔軟剤、触媒、または促進剤のような材料を含んで良い。ただし、他の実施例のインターフェース材料はこれらのうちの唯一1つの材料しか含まず、またはこれら材料のいずれも含まなくて良い。

10

【0077】

第2の層形成ステージ430は、フィラー436をプレフォーム422上に配置して、つぎに硬化可能なポリマー混合物438を塗布することによりインターフェース材料434をプレフォーム422上に層形成する処理を含んで良い。オプションとして、第2の層形成ステージはフィラー436を配置するのに先立って硬化済みプレフォーム422の表面を活性化させる処理を含んで良い。活性化処理は、硬化済みプレフォーム422の表面とインターフェース材料434の間の接着を改善させる。

20

【0078】

被覆されたプレフォームは、それがある場合には、第2の硬化ステージ440で処理されて、相互接続他シート442を形成する。第2の硬化ステージ440は被覆済みプレフォームを、所定時間、温度および圧力化で処理する。例えば、被覆済みプレフォーム432は硬化可能なポリマー混合物が硬化する温度より高く、分解する温度より低い温度で加熱される。被覆済みプレフォーム432は例えばインターフェースシート442が所望の厚さおよび平坦さを伴うようになるのに充分な圧力で処理される。オプションとして、第2の層形成ステージ430および第2の硬化ステージ440は図4Gの相互接続体を準備鶴まで繰り返されて良い。

30

【0079】

相互接続体シート442は切断ステージ460で処理されて相互接続体452を形成して良い。切断ステージ460において、インターフェースシート442（またはプレフォーム422）は切断され個々の電流コレクタ452を形成する。

【0080】

方法400は、他の実施例に従う相互接続体を準備するために変更されて良い。例えば、第1に電子伝導性領域を省略して図4Bおよび図4Dに示すような相互接続体を形成して良い。

【0081】

〔伝導性ファイバの配位〕

この発明の種々の実施例は伝導性ファイバを含む燃料電池接続要素を実現する。任意の適切な組成物からなる伝導性ファイバは、燃料電池接続要素野任意の適切な部分に存在して良く、これは第1および第2の電子伝導性領域の一方または双方を含む。この発明の燃料電池接続要素において、伝導性ファイバは任意の個数、配位、型、または、間隔で採用されて良い。例えば、伝導性ファイバは束で良い。束は、捩じれた、または捩じれていな、織り込まれた、または任意の他の適切な配列のファイバを含んで良い。伝導性ファイバは分離された、束状でないファイバであって良い。同様に整合されたファイバまたはファイバ束が、接触するように、または押し合うように配置されて良い。他の実施例において、同様に整合されたファイバまたはファイバ束が、適切な量およびパターンで間隔を置いて良い。例えば、同様に整合されたファイバまたは束が0.0001mm、0.001

40

50

mm、0.01mm、0.1mm、1mm、または10mmだけ間隔を置いた配置されて良い。

【0082】

とくに、スタックまたは平面燃料電池システムにおける場合のように複数の燃料電池が用いられるときには、部品の電気抵抗が累積して比較的大きな内部抵抗をアレイ中に形成することになる。大きな内部抵抗は燃料電池システムの性能を減少させ、この燃料電池には、スタックまたは平面燃料電池システムを含む、複数の燃料電池を具備する燃料電池システムが含まれる。伝導性が大きく、強固で耐久性があり、かつ製造を低廉に行える燃料電池接続要素（部品）に対する需要がある。

【0083】

この発明の種々の実施例は、相互接続体または電流コレクタを含む燃料電池接続要素を実現する。燃料電池接続要素は、燃料電池内において少なくとも1つの電極に対して約90°より小さな角度で配位された伝導性ファイバを含む。燃料電池接続要素は、燃料電池の少なくとも1つの電極から外部回路、または異なる燃料電池の電極への電気的に伝導性のある経路を実現する。この発明の実施例は、また、燃料電池層を含む、燃料電池接続要素を含む燃料電池と、これを製造する方法を実現する。

【0084】

当業者は、伝導性ファイバを使用する燃料電池接続要素における最も大きな伝導性は、当該要素における最短で最も直接的な経路を形成することにより達成されると一般的に予測するであろう。燃料電池接続要素において、このことは、第1組の伝導性ファイバを、これらファイバが電極と直角をなすように配置することである。しかしながら、例えば、この発明のいくつかの実施例において、伝導性ファイバが電極または電極コーティングと約90°より小さな角度、例えば45°をなすように伝導性ファイバを配位させることにより、燃料電池接続要素の伝導性が、伝導性ファイバが電極または電極コーティングに対して約90°に配位された燃料電池接続要素の伝導性より大きいことを発見した。

【0085】

さらに、当業者が燃料電池接続要素内で伝導性ファイバを配置して最短経路を達成するためには、これは、第2組の伝導性ファイバが第1組の伝導性ファイバとほぼ直角になるように（具体的には、第1組および第2組の伝導性ファイバがグリッドを形成する）、例えば、第2組の伝導性ファイバが燃料電池接続要素の長さ方向に平行になるように、第2組の伝導性ファイバを配置することである。これは、典型的には相互接続体の場合であり、ここでは、電流は相互接続体の長さ方向に沿って外部回路に移動できる。そのような配置では、ファイバが電子の伝導平面に平行になるファイバの配位を実現できる。ただし、他の例において、驚き、かつ予想外なことに、燃料電池接続要素に含まれる第1組の伝導性ファイバおよび第2組の伝導性ファイバを、電極または電極コーティングに対して約90°より小さな角度、例えば45°をなすようにし、相互にほぼ90°の角度を形成するようになると（例えば第1組および第2組の伝導性ファイバがグリッドを形成する）、この燃料電池接続要素の伝導性は、第1組および第2組の伝導性ファイバを含み、これらが電極または電極コーティングに対してほぼ90°の角度をなし、相互にほぼ90°の角度をなす燃料電池接続要素の伝導性より大きい。

【0086】

作用についてどのような理論にも拘束されないけれども、伝導性ファイバを、電極または電極コーティングに対して約90°より小さな角度、例えば45°を配位させることにより、この発明の燃料電池接続要素のいくつかの実施例は、電極とのインターフェースにおけるカーボンファイバの露出表面面積、例えば、界面面積が大きくなるので、より大きな伝導性を達成できる。他の実施例において、角度が約90°より小さいと、ファイバまたはファイバ束が電極または電極コーティングに対してほぼ90°に配される場合に較べて、大きくできる。これは、円筒の断面の面積が円筒の高さ方向に対して90°でないときにより大きくなることと類似である。一例において、ファイバ当たり、または束当たりの面

10

20

30

40

50

積を大きくすることとは別に、角度が90°より小さいと、電極のインターフェースに現れるファイバまたはファイバ束の余地をより大きくできる。いくつかの実施例において、伝導性ファイバを90°でない角度にして燃料電池接続要素内の抵抗が増大するけれども、表面面積の増大はこの損失を埋め合わせるのに余りあるものであり、全体としては、燃料電池相互接続体の燃料電池における伝導性をより大きくできる。

【0087】

第1組および第2組の伝導性ファイバを含み、第1組の伝導性ファイバが電極または電極コーティングとほぼ90°の角度を形成し、第1組および第2組の伝導性ファイバが相互に対しほぼ90°を形成する燃料電池伝導性要素において、第2組のファイバが、要素の長さ方向に沿う直接的な伝導路を実現し、第1組のファイバが電極から電極への直接的な経路を形成し、ただし、第2組のファイバ内において、電流はファイバからファイバへ飛んで電極から電極へ移動しなければならず、第1組のファイバ内において、電流はファイバからファイバへ飛んで要素の長さ方向に平行に移動しなければならず、双方の組のファイバの内部において電流は第1組のファイバから第2組のファイバへと飛んで電極から当該要素の長さ方向に平行な方向に移動しなければならない。これらのいずれも伝導性の損失をもたらす。これに反して、第1組の伝導性ファイバおよび第2組の伝導性ファイバを含み、これら双方が電極または電極コーティングと約90°より小さな角度、例えば45°の角度を形成し、相互にほぼ90°の角度を形成するようになると(例えば第1組および第2組の伝導性ファイバがグリッドを形成する)、双方のファイバが、個々のファイバに沿って、当該要素の長さ方向に沿う導電性経路、および、電極から電極への導電性経路の双方を実現し、ファイバ間の飛び移りが少なくなる。この角度でのファイバの配位は、伝導が行われる総合的なファイバの長さが、電極から電極への伝導、および燃料電池接続要素の長さ方向に平行な伝導の双方に関してより長くなることを意味するけれども、伝導性ファイバのより大きな全体的な面積が、電極から電極への方向、および当該要素の長さに平行な方向の双方の伝導に利用でき、これと同時に、増大した界面面積が、増大した伝導性経路長により引き起こされるどのような伝導損失も打ち消すのに役立つ。いくつかの実施例は、オプションとして、燃料電池接続要素の長さ方向にほぼ平行して配されるファイバも含んで良い。いくつかの実施例は、燃料電池接続要素の長さ方向にほぼ平行して配されるファイバを含まない。

【0088】

作用についてどのような理論にも拘束されないけれども、伝導性ファイバを、電極または電極コーティングに対して約90°より小さな角度、例えば45°を配位させることにより、この発明の燃料電池接続要素のいくつかの実施例は、電極または電極コーティングに対してほぼ90°の角度を形成する伝導性ファイバの長さに較べて、燃料電池接続要素内の伝導性ファイバの長さが大きくなるので、より強固になり耐久性が大きくなり、また伝導性ファイバが抜き出されるのに対してより大きな抵抗を有することになる。伝導性ファイバの燃料電池接続要素内の長さがより長いことは、燃料電池接続要素内に伝導性ファイバの表面面積がより大きくなることと解釈でき、これは各伝導性ファイバの大きな表面面積がバインダと接触することを意味する。ファイバのバインダと接触する表面の面積を増大させることにより、いくつかの実施例はファイバをより強固に結合することが可能になる。ファイバの結合がより大きくなると、ファイバの引き抜き抵抗も大きくなる。したがって、ファイバの結合がより大きくなると、燃料電池接続要素の強度および耐久性がより大きくなる。いくつかの実施例において、ファイバの結合が大きくなると、支配的な引張成分を伴うファイバの引き抜き力を、燃料電池接続要素において引張成分および剪断成分の双方を伴う力に変換するのを支援して、このため、燃料電池接続要素の大きな面積を通じて力を分散できる。いくつかの実施例において、伝導性ファイバが電極または電極コーティングに対して形成する角度を変化させると、引張性のファイバ引き抜き力が燃料電池接続要素内で引張力成分および剪断力成分に分解する程度が変化する。第1組のファイバとほぼ90°の角度を形成する第2組のファイバを含む実施例において、電極または電極コーティングとの間で約90°より小さい角度が形成されるので、双方の組のファイ

10

20

30

40

50

バは、バインダとの間により大きな接触表面面積を伴うことができる。燃料電池接続要素の長さ方向に平行に伸びるファイバを具備しない実施例では、燃料電池接続体の長さ方向に平行に伸びるファイバを欠くことによりもたらされる、どのような強度上の損失も、電極または電極コーティングとの間で 90° より小さな角度を形成するファイバの表面面積が増大することによりもたらされる、強度の増大により打ち消されるものより大きくなる。他の実施例は、また、電極または電極コーティングとの間で 90° より小さな角度を形成するファイバに加えて、当該要素の長さ方向にほぼ平行に伸びる伝導性ファイバを具備する。

【 0 0 8 9 】

他の例において、この発明のいくつかの実施例は、他の燃料電池接続要素より小さな圧縮力を用いて製造できる。いくつかの実施例において、製造時に大きな圧縮力を使用すると、電極インターフェースにおいて伝導性ファイバの密度を確実に適切な大きさにすることができる。さらに、いくつかの実施例において、製造時に大きな圧縮力を使用すると、ファイバからファイバに移る電流計路を確実に小さな抵抗にすることができる。しかしながら、電極または電極コーティングに対して 90° より小さな角度の配位される伝導性ファイバを含み、大きな界面表面面積を含む実施例では、大きな圧縮力をを利用して伝導性ファイバのインターフェースにおける密度を大きくすることは、さほど重要ではない。いくつかの実施例において、製造時に大きな圧縮力を使用する効用は、ファイバの配位に基づく大きな界面表面面積により打ち消され、また、他の利点により打ち消され、これは個々の方向のファイバからファイバへの飛び移る伝導に少なくなること、または総合的な断面伝導面積が大きくなることを含む。電極または電極コーティングに対して 90° より小さな角度で配位する伝導性ファイバを含むいくつかの実施例は、他の燃料電池接続体と同様またはそれ以上の大きさの圧縮力を用いて製造できる。

10

20

30

40

【 0 0 9 0 】

電極または電極コーティングに対して 90° より小さな角度で配位する伝導性ファイバを含む、燃料電池接続要素のいくつかの実施例は、ここで検討して効果を有し、これは、より大きな伝導性、より堅固な伝導性ファイバの結合、より大きな耐久性、または、製造時に必要となる圧縮力がより小さいことを含み、これは、煩雑さや、価格を増大させること、材料の変更、または製造プロセスの実質的な変更を伴わない。伝導性ファイバの配位を変更することや、異なる配位の伝導性ファイバを附加することは、比較的単純な製造慣習であり、いくつかの実施例においては、煩雑さやコストの増大を最小限にして実装可能である。

【 0 0 9 1 】

種々の実施例において、この発明は燃料電池接続要素を実現する。燃料電池接続要素は非伝導性インターフェース領域を含む。非伝導性インターフェース領域は、第 1 の表面および第 2 の表面を具備する。燃料電池接続要素は、また、電子伝導性要素をふくむ。電子伝導性要素は 2 つの表面と、電子伝導性要素の 2 つの表面と平行な長さとを伴う。電子伝導性要素の表面の 1 つは、インターフェース領域の第 2 の表面に隣接して配置される。電子伝導性要素は伝導性ファイバを含む。伝導性ファイバは電子伝導性要素の 2 つの表面と平行して配位される。伝導性ファイバは燃料電池内の少なくとも 1 つの電極に対して約 90° よりも小さな角度で配位されるように適合化される。燃料電池接続要素は、また、バインダを含む。バインダはインターフェース領域および電子伝導性要素を一体に保持する。燃料電池接続要素は、燃料電池の先の少なくとも 1 つの電極と外部回路との間に、または、燃料電池の先の少なくとも 1 つの電極と異なる燃料電池の少なくとも 1 つの電極との間に、電気的な伝導性経路を実現するように燃料電池内に適合的に使用される。

30

40

【 0 0 9 2 】

いくつかの実施例において、燃料電池内の少なくとも 1 つの電極に対して約 90° よりも小さな角度で配位されるように適合化される伝導性ファイバは、燃料電池内の少なくとも 1 つの電極に対して約 80°、70°、60° より小さな角度、または約 50° よりも小さな角度で配位されるように適合化される伝導性ファイバを含んで良い。いくつかの実

50

施例において、燃料電池内の少なくとも1つの電極に対して約90°よりも小さな角度で配位されるように適合化される伝導性ファイバは、燃料電池内の少なくとも1つの電極に対して約0°、10°、20°、30°、または40°よりも大きな角度で配位されるように適合化される伝導性ファイバを含んで良い。いくつかの実施例において、燃料電池内の少なくとも1つの電極に対して約90°よりも小さな角度で配位されるように適合化される伝導性ファイバは、燃料電池内の少なくとも1つの電極に対して約45°で、または、少なくとも1つの電極に対して約40°から約50°で、または、少なくとも1つの電極に対して約35°から約55°で、または、少なくとも1つの電極に対して約22°から約68°の角度で配位されるように適合化される伝導性ファイバを含んで良い。燃料電離接続要素は、少なくとも1つの電極に対して約90°よりも小さな角度で配位されるように適合化される伝導性ファイバの他に、他の伝導性ファイバを含んで良く、これは例えば、少なくとも1つの電極に対してほぼ90°の角度で配位されるように適合化される伝導性ファイバ、または、少なくとも1つの電極に対してほぼ0°の角度で配位されるように適合化される伝導性ファイバである。

【0093】

いくつかの実施例において、燃料電池接続要素は、少なくとも第1組の伝導性ファイバおよび第2組の伝導性ファイバを含んで良い。第1組および第2組の導電性ファイバの双方は燃料電池内の少なくとも1つの電極に対して約90°よりも小さな角度で配位されるように適合化される。第1組の導電性ファイバおよび第2組の導電性ファイバは、第1組の導電性ファイバが第2組の導電性ファイバとの間にほぼ45°およびほぼ135°の間の角度を形成するように配位されて良い。いくつかの実施例において、第1組の導電性ファイバおよび第2組の導電性ファイバは、第1組の導電性ファイバが第2組の導電性ファイバとの間にほぼ50°およびほぼ130°の間、ほぼ60°およびほぼ120°の間、ほぼ70°およびほぼ110°の間、ほぼ80°およびほぼ100°の間、または、ほぼ85°およびほぼ95°の間の角度、または、ほぼ90°の角度を形成するように配位されて良い。いくつかの実施例において、第1組および第2組の伝導性ファイバはグリッドを形成し、グリッドのファイバは燃料電池の少なくとも1つの電極に対してほぼ45°の角度を形成する。いくつかの実施例において、伝導性ファイバはカーボンファイバであって良い。いくつかの実施例において、伝導性ファイバは、金属ファイバを含んでよく、これは、例えば、銅金属ファイバのような、または銅金属およびカーボンファイバを含む複合ファイバのような、銅ファイバを含む。

【0094】

いくつかの実施例において、燃料電池接続要素は、グラスファイバを含んで良いインターフェース領域と、伝導性ファイバを含んで良い電子伝導性要素と、バインダとを含んで良い。いくつかの実施例において、伝導性ファイバは、カーボンファイバのようなファイバ、または伝導性金属を含むファイバのようなファイバを含んで良い。いくつかの実施例において、伝導性ファイバは、伝導性金属ファイバを含んでよく、これは、例えば、銅金属ファイバのような、または銅金属およびカーボンファイバを含む複合ファイバのような、金属ファイバを含む。いくつかの実施例において、電子伝導性要素は、カーボンファイバと、カーボンファイバと、銅金属ファイバのような、または銅金属およびカーボンファイバを含む複合ファイバのような、伝導性金属を含むファイバとの双方を含んで良い。いくつかの実施例において、電子伝導性要素は、インターフェース領域に隣接するカーボンファイバと、カーボンファイバに隣接する、伝導性金属またはその複合体を含むファイバとを含んで良い。カーボンファイバと伝導性金属を含むファイバの一方または双方は、第1組および第2組の伝導性ファイバを含んでよく、これらの各々は、燃料電池の少なくとも1つの電極に対して約90°よりも小さな角度、例えば45°で、配位され、また、第1組および第2組の伝導性ファイバはほぼ45°およびほぼ135°の間の角度、例えば90°を相互に対して形成する。一例において、カーボンファイバと伝導性金属を含むファイバの一方または双方に関して、第1組および第2組の伝導性ファイバはグリッドを形成

10

20

30

40

50

し、グリッドのファイバは燃料電池の少なくとも1つの電極に対してほぼ45°の角度を形成する。

【0095】

いくつかの実施例において、燃料電池接続要素は、相互接続体である。いくつかの実施例において、燃料電池接続要素は電流コレクタである、いくつかの実施例において、燃料電池接続要素は電流コレクタおよび相互接続体の双方である。

【0096】

この発明は燃料電池を実現する。燃料電池は、イオン伝導性要素を含む。燃料電池は、2またはそれ以上の電極コーティングを含む。燃料電池は、1またはそれ以上の燃料電池接続要素も含む。燃料電池接続要素は、非伝導性のインターフェース領域を含む。非伝導性のインターフェース領域はイオン伝導性要素と接触する。燃料電池接続要素は電子伝導性要素も含む。電子伝導性要素は2つの表面と、電子伝導性要素の2つの表面と平行な長さとを具備する。電子伝導性要素のこれら表面のうちの1つはインターフェース領域の第2の表面に隣接して配置される。電子伝導性要素は伝導性ファイバを含む。伝導性ファイバは、電子伝導性要素の2つの表面とほぼ平行に配位される。伝導性ファイバは電極コーティングの1つに対して約90°より小さな角度で配位される。電子伝導性要素は、電極コーティングの1つと外部回路との間の、または、電極コーティングと他の燃料電池の電極コーティングとの間の、電気伝導性経路を実現する。経路は電子伝導性要素の長さ方向に沿って伸びる。燃料電池は、ここで説明されている任意の燃料電池接続要素を含んで良い。

10

20

30

40

【0097】

この発明は燃料電池層を実現する。燃料電池層は複合層を含む。複合層は第1の表面と第2の表面とを有する。複合層は、複数の燃料電池接続要素を含む。複合層は複数のイオン伝導性要素を含む。イオン伝導性要素は、燃料電池接続要素の間に位置決めされる。複合層は第1の複数の電極コーティングも含む。第1の複数の電極コーティングは第1の表面の上に形成されてアノードを形成する。複合層は第2の複数の電極コーティングも含む。第2の複数の電極コーティングは第2の表面の上に形成されてカソードを形成する。第1および第2の複数の電極コーティングの各々はイオン伝導性要素の1つとイオン接触し、燃料電池接続要素の1つと電気接触する。燃料電池接続要素の少なくとも1つはインターフェース領域を含む。インターフェース領域は第1の表面と第2の表面とを有する。第1の表面はイオン伝導性要素の1つと接触する。燃料電池接続要素の少なくとも1つは、少なくとも1つの電子伝導性要素も含む。少なくとも1つの電子伝導性要素は、2つの表面と当該2つの表面と平行な長さとを具備する。少なくとも1つの電子伝導性要素の表面の1つは、インターフェース領域の第2の表面に隣接する。少なくとも1つの電子伝導性要素は伝導性ファイバを含む。伝導性ファイバは、少なくとも1つの電子伝導性要素の2つの表面とほぼ平行に配位される。伝導性ファイバは、第1または第2の複数の電極コーティングの少なくとも1つに対して約90°より小さい角度に配位されている。燃料電池接続要素の少なくとも1つは、第1または第2の複数の電極コーティングの少なくとも1つと外部回路との間の、または、第1または第2の複数の電極コーティングと第1または第2の複数の電極コーティングの異なる1つの間の電気伝導性経路を実現する。この経路は、少なくとも1つの電子伝導性要素の長さ方向に沿って伸びる。燃料電池層は、ここに説明した、任意の燃料電池接続要素または任意の燃料電池を含んで良い。

40

【0098】

いくつかの実施例において、この発明の実施例に従い製造された燃料電池接続要素の平面および側面の断面の観察により、例えば、顕微鏡を用いて、他の配列の伝導性ファイバを具備する燃料電池接続要素の平面または側面の断面図と比較して、伝導性ファイバ配位に有利な差異があることがわかる。第1組および第2組の伝導性ファイバを含み、第1組のファイバが電極または電極コーティングとほぼ90°に整合されるように適合化され、第2組のファイバが燃料電池接続要素の長さ方向にほぼ平行に配位され、第1組および第2組のファイバが相互にほぼ90°の角度を形成する、燃料電池接続要素の平面断面図に

50

おいて、1組のファイバの束は露出端部を有することがわかり、他方の組のファイバ束は平面に横たわっていることがわかる。そのような燃料電池接続要素の側面断面図において、一方の組のファイバは頂部から底部表面への最短の実現可能な伝導路を伴い(ファイバの垂直断面として見える)、他方、第2組のファイバは頂部から底部表面への伝導路を形成しないことがわかり(当該要素の長さ方向に平行に伸びるファイバの端部として見える)、そのため、ファイバからファイバへの飛び移りが起こり電流がその平面を通じて移動するのに違いなく、ファイバからファイバへの飛び移りが第2組のファイバの間に起こり、電流が第2組のファイバ内において頂部表面から底部表面へと流れるのに違いない。この発明の実施例に従って製造された燃料電池接続要素の平面および側面の断面図を対比すると、第1組および第2組の伝導性ファイバを含み、第1組および第2のファイバが電極または電極コーティングとほぼ45°に整合されるように適合化され、第1組および第2組のファイバが相互にほぼ90°の角度を形成する、燃料電池接続要素の平面断面図において、第1および第2組のファイバの双方が電極と接触し、これとほぼ45°の角度を形成するから、第1組および第2組の伝導性ファイバを含み、第1組のファイバが電極または電極コーティングとほぼ90°に整合されるように適合化され、第2組のファイバが燃料電池接続要素の長さ方向にほぼ平行に配位され、第1組および第2組のファイバが相互にほぼ90°の角度を形成する、燃料電池接続要素と較べて、二倍の数のファイバが頂部表面と接触する。この発明の実施例に従って製造された燃料電池接続要素の側面断面図において、いずれのファイバも電極に対してほぼ90°ではなく(頂部から底部へ伸びるファイバの垂直断面として現れる)、むしろ、すべてのファイバは電極とほぼ45°の角度を形成することがわかる(ファイバの端部として見える)。

10

20

30

40

50

【0099】

[例]

この発明は以下の例を参照してより良く理解でき、これは図説のためにのみ表される。この発明はここに示される例に限定されない。

【0100】

[例1. 電極ファイバを種々の角度にしたときの燃料電池接続要素の電圧降下テスト]

種々の配位の伝導性ファイバを伴ういくつかの燃料電池要素が準備された。燃料電池接続要素は、各々、2つの層のグラスファイバの間に伝導性ファイバのグリッドを含み、エポキシ樹脂で一緒に結合された。これら燃料電池接続要素は、カーボンファイバの8本の束が「標準」構成とされた2つの燃料電池接続要素(「8×標準CC」、4本が電極または電極コーティングとほぼ90°に適合化され、4本が燃料電池接続要素の長さ方向に平行に伸びる)と、カーボンファイバの8本の束が45°構成とされた2つの燃料電池接続要素(「8×45°CC」、すべての8本が電極または電極コーティングに対してほぼ45°に適合化され、4本が他の4本とほぼ90°を形成する)と、カーボンファイバの12本の束が「標準」構成とされた1つの燃料電池接続要素(「12×標準CC」、6本が電極または電極コーティングとほぼ90°に適合化され、6本が燃料電池接続要素の長さ方向に平行に伸びる)と、カーボンファイバの12本の束が45°構成とされる1つの燃料電池接続要素(「12×45°CC」、12本が電極または電極コーティングに対してほぼ45°に適合化され、6本が他の6本に対してほぼ90°の角度を形成する)とを含んだ。燃料電池接続要素の各々の抵抗値が、ほぼ10psiの圧力で2つの電極の間で燃料電池接続要素を圧縮し、既知の電流を当該要素を通じて流し、DC抵抗アナライズを用いた電圧降下を測定することにより、測定された。大きな電圧降下は大きな抵抗値に対応する。つぎに、燃料電池接続要素の各々の電圧降下が同一の態様で、それでいて、頂部上にGrafoil(商標)パッド(5ミル、0.127mm、グラファイトフレークから製造されたもの)を用いて測定された。Grafoil(商標)パッドは、燃料電池接続要素および当該パッドの間の界面面積と無関係に、一般的には、燃料電池接続要素との間の接触抵抗が小さいので、Grafoil(商標)パッドを使用して当該要素の電圧降下を測定することは、要素および電極の間の接触抵抗により引き起こされる抵抗を当該要素の本体の抵抗と区別するのに役立つ。以下の表1において報告される結果から理解される

ように、45°構成は、「標準」構成に較べて約20%から約26%の観戦をもたらす。さらに、これら実施例において、Grafoil(商標)パッドを用いて測定したときの90°構成および45°構成の間の測定差分は、Grafoil(商標)パッドを用いずに測定したときの差分が大きくなればなるほど、これと比較して小さくなることは、45°構成は90°構成より小さな接触抵抗を有し(例えば界面の面積が増大する)、45°構成は90°構成より小さな本体抵抗を有し、それでいて、45°構成および90°構成の間の接触抵抗の差分は、45°構成および90°構成の間の本体抵抗の差分より大きいことの証左である。

【0101】

【表1】

表1

試料	0.5Aでの降下mV	頂部にGrafoil TM を用いた場合の0.5Aでの降下mV
8×標準CC	22	7.2
8×標準CC	21.5	7.3
8×45° CC	9.4	5.2
8×45° CC	13.8	5.5
12×標準CC	34	3.3
12×45° CC	17	1.3

【0102】

以上の記述は説明的であることを意図しており、制約的ではない。他の実施例も利用でき、例えば、当業者は以上の記述を検討することにより採用できる。また、以上の発明の詳細な説明において、種々の特徴をグループ化して説明を簡便にしている。これは、特許請求の範囲に記載されていない特徴がいずれかの請求項において基本的であると理解されなければならない。したがって、特許請求の範囲は発明の詳細な説明に組み込まれ、各請求項はそれ自体で個別の実施例を表す。この発明の範囲は、特許請求の範囲や、そのような特許請求の範囲の権限が及ぶ均等の全範囲を参照にして決定されるべきである。

【0103】

要約は規則(37C.F.R. 1.72(b))に適合するものであり読者に技術的開示の本質を即座に把握させることを可能にする。これは、請求項の範囲の意味を解釈したり範囲を限定するのに使用されないことに留意されたい。

【0104】

【付加的な実施例】

この発明は以下の事例的な実施例を実現し、その番号付けは重要性のレベルを指示するものと理解してはならない。

【0105】

実施例1は、第1の表面および第2の表面を具備する非伝導性インターフェース領域と、電子伝導性要素であって、2つの表面と当該電子伝導性要素のこれら2つの表面と平行な長さとを具備し、当該電子伝導性要素のこれら表面の一方が上記インターフェース領域の上記第2の表面と隣接して配置される、上記電子伝導性要素と有する燃料電池接続要素において、上記電子伝導性要素は、上記電子伝導性要素のこれら2つの表面にほぼ平行

に配位され、燃料電池内の少なくとも 1 つの電極に対して約 90°。より小さな角度で配位されるように適合化される伝導性ファイバと、バインダとを有し、上記バインダは上記インターフェース領域と上記電子伝導性領域とを一緒に保持し、上記燃料電池接続要素が、上記燃料電池の上記少なくとも 1 つの電極と、外部回路との間に、または、上記燃料電池の上記少なくとも 1 つの電極と、異なる燃料電池の少なくとも 1 つの電極との間に、電気的な伝導経路を実現し、かつ、上記経路が上記電子伝導要素の長さに沿って伸びるように、上記燃料電池接続要素が上記燃料電池内で使用されるように適合化される、上記燃料電池接続要素を実現する。

【 0 1 0 6 】

実施例 2 は、上記伝導性ファイバは上記燃料電池の上記少なくとも 1 つの電極に対して約 22°。および約 68°。の間の角度で配位されるように適合化される実施例 1 記載の燃料電池接続要素を実現する。 10

【 0 1 0 7 】

実施例 3 は、上記伝導性ファイバは上記燃料電池の上記 1 つの電極に対して約 45°。の角度で配位されるように適合化される実施例 1 ~ 2 のいずれかに記載の燃料電池接続要素を実現する。

【 0 1 0 8 】

実施例 4 は、上記伝導性ファイバは少なくとも第 1 組の伝導性ファイバおよび第 2 組の伝導性ファイバを有し、上記第 1 組および第 2 組の弾道性ファイバの双方は上記燃料電池内の上記少なくとも 1 つの電極に対して約 90°。よりも小さい角度で配位されるように適合化され、上記第 1 組の導電性ファイバおよび上記第 2 組の導電性ファイバは、上記第 1 組の伝導性ファイバが上記第 2 組の伝導性ファイバとの間でほぼ 45°。から約 135°。の角度を形成するように配位される実施例 1 ~ 3 のいずれかに記載の燃料電池接続要素を実現する。 20

【 0 1 0 9 】

実施例 5 は、上記伝導性ファイバは少なくとも第 1 組の伝導性ファイバおよび第 2 組の伝導性ファイバを有し、上記第 1 組および第 2 組の弾道性ファイバの双方は上記燃料電池内の上記少なくとも 1 つの電極に対して約 90°。よりも小さい角度で配位されるように適合化され、上記第 1 組の導電性ファイバおよび上記第 2 組の導電性ファイバは、上記第 1 組の伝導性ファイバが上記第 2 組の伝導性ファイバとの間でほぼ 90°。の角度を形成するように配位される実施例 1 ~ 4 のいずれかに記載の燃料電池接続要素を実現する。 30

【 0 1 1 0 】

実施例 6 は、上記バインダはエポキシまたは樹脂から選択される接着剤を有する実施例 1 ~ 5 のいずれかに記載の燃料電池接続要素を実現する。

【 0 1 1 1 】

実施例 7 は、上記インターフェース領域はグラスファイバを有する実施例 1 ~ 6 のいずれかに記載の燃料電池接続要素を実現する。

【 0 1 1 2 】

実施例 8 は、上記燃料電池接続要素は電流コレクタを有し、上記電流コレクタが上記燃料電池の上記少なくとも 1 つの電極と他の燃料電池の少なくとも 1 つの電極との間の電気伝導性経路を形成するように、上記電流コレクタが上記燃料電池内で使用されるように適合化される実施例 1 ~ 7 のいずれかに記載の燃料電池接続要素を実現する。 40

【 0 1 1 3 】

実施例 9 は、上記電子伝導性要素は第 1 の電気伝導性材料を有し、上記第 1 の電気伝導性材料は上記電気ファイバを有する実施例 1 ~ 8 のいずれかに記載の燃料電池接続要素を実現する。

【 0 1 1 4 】

実施例 10 は、上記伝導性ファイバはカーボンファイバを有する実施例 1 ~ 9 のいずれかに記載の燃料電池接続要素を実現する。

【 0 1 1 5 】

10

20

30

40

50

実施例 1 1 は、上記燃料電池接続要素は相互接続体を有し、上記相互接続体が上記燃料電池の上記少なくとも 1 つの電極と外部回路との間の電気伝導性経路を形成するよう、上記相互接続体が上記燃料電池内で使用されるように適合化される実施例 1 ~ 1 0 のいずれかに記載の燃料電池接続要素を実現する。

【 0 1 1 6 】

実施例 1 2 は、上記電子伝導性要素は 2 つの電子伝導性領域を有し、上記電子伝導性領域の各々は、上記電子伝導性要素の長さに平行な 2 つの表面により形成される実施例 1 ~ 1 1 のいずれかに記載の燃料電池接続要素を実現する。

【 0 1 1 7 】

実施例 1 3 は、上記電子伝導性要素は、第 1 の電気伝導性材料を有する第 1 の電子伝導性領域と第 2 の電気伝導性材料を有する第 2 の電子伝導性領域とを有し、

上記第 1 の電気伝導性材料は腐食抵抗性であり、上記第 2 の電気伝導性材料の伝導性は上記第 2 の電気伝導性材料の伝導性より大きい実施例 1 ~ 1 2 のいずれかに記載の燃料電池接続要素を実現する。

【 0 1 1 8 】

実施例 1 4 は、上記第 2 の電気伝導性材料は金属、金属合金、またはこれらの組み合わせを有する実施例 1 3 に記載の燃料電池接続要素を実現する。

【 0 1 1 9 】

実施例 1 5 は、上記第 2 の電気伝導性材料は、上記電子伝導性要素の上記 2 つの表面にほぼ平行に配位され、かつ、上記燃料電池の上記電極の 1 つに対して約 90° より小さな角度で配位されるように適合化される伝導性ファイバを有する実施例 1 3 ~ 1 4 のいずれかに記載の燃料電池接続要素を実現する。

【 0 1 2 0 】

実施例 1 6 は、上記第 2 の電気伝導性材料の上記伝導性ファイバは、銅金属ファイバを有する実施例 1 5 に記載の燃料電池接続要素を実現する。

【 0 1 2 1 】

実施例 1 7 は、上記第 1 の電気伝導性材料は、上記電子伝導性要素の上記 2 つの表面にほぼ平行に配位され、かつ、上記燃料電池の上記電極の 1 つに対して約 90° より小さな角度で配位されるように適合化される伝導性ファイバを有する実施例 1 3 ~ 1 6 のいずれかに記載の燃料電池接続要素を実現する。

【 0 1 2 2 】

実施例 1 8 は、上記第 1 の電気伝導性材料の上記伝導性ファイバは、カーボンファイバを有する実施例 1 7 に記載の燃料電池接続要素を実現する。

【 0 1 2 3 】

実施例 1 9 は、上記電子伝導性要素は 2 つの第 1 の電子伝導性領域を有する実施例 1 3 ~ 1 8 のいずれかに記載の燃料電池接続要素を実現する。

【 0 1 2 4 】

実施例 2 0 は、上記電子伝導性要素および上記インターフェース領域は一緒に結合されて複合体を形成する実施例 1 3 ~ 1 9 のいずれかに記載の燃料電池接続要素を実現する。

【 0 1 2 5 】

実施例 2 1 は、さらに、上記第 1 の電気伝導性材料を有する第 3 の電子伝導性領域を有する実施例 1 3 ~ 2 0 のいずれかに記載の燃料電池接続要素を実現する。

【 0 1 2 6 】

実施例 2 2 は、上記第 1 の電子伝導性領域は、上記第 2 の電子伝導性領域の第 1 の側部に配置され、上記第 3 の電子伝導性領域は上記第 2 の電子伝導性領域の第 2 の側部に配置され、かつ、上記第 2 の電子伝導性領域の上記第 1 および第 2 の側部は相互に対抗する実施例 2 1 に記載の燃料電池接続要素を実現する。

【 0 1 2 7 】

実施例 2 3 は、上記インターフェース領域は上記燃料電池のイオン伝導性要素と接触するように適合化される実施例 1 ~ 2 2 のいずれかに記載の燃料電池接続要素を実現する。

10

20

30

40

50

【0128】

実施例24は、イオン伝導性要素と、2またはそれ以上の電極コーティングと、1またはそれ以上の燃料電池接続要素とを有する燃料電池において、上記燃料電池接続要素は、第1の表面および第2の表面を具備する非伝導性インターフェース領域であって、当該インターフェース領域の上記第1の表面が上記イオン伝導性要素と接觸する、上記非伝導性インターフェース領域と、電子伝導性要素であって、2つの表面と当該電子伝導性要素のこれら2つの表面と平行な長さとを具備し、当該電子伝導性要素のこれら表面の一方が上記インターフェース領域の上記第2の表面と隣接して配置される、上記電子伝導性要素とを有し、上記電子伝導性要素は、上記電子伝導性要素のこれら2つの表面にほぼ平行に配位され、上記電極コーティングの1つに対して約90°より小さな角度で配位される伝導性ファイバを有し、上記燃料電池接続要素が、上記電極コーティングの上記1つと、外部回路との間に、または、上記電極コーティングの上記1つと、他の燃料電池の電極コーティングとの間に、電気的な伝導経路を実現し、かつ、上記経路が上記電子伝導要素の長さに沿って伸びることを特徴とする、上記燃料電池を実現する。

10

【0129】

実施例25は、上記伝導性ファイバは上記電極コーティングの上記1つに対して約22°および約68°の間の角度で配位されるように適合化される実施例24記載の燃料電池を実現する。

【0130】

実施例26は、上記伝導性ファイバは少なくとも第1組の伝導性ファイバおよび第2組の伝導性ファイバを有し、上記第1組および第2組の弾道性ファイバの双方は上記燃料電池内の上記少なくとも1つの電極に対して約90°よりも小さい角度で配位され、上記第1組の導電性ファイバおよび上記第2組の導電性ファイバは、上記第1組の伝導性ファイバが上記第2組の伝導性ファイバとの間でほぼ45°から約135°の角度を形成するように配位される実施例24～25のいずれかに記載の燃料電池を実現する。

20

【0131】

実施例27は、上記燃料電池接続要素は電流コレクタを有し、上記燃料電池接続要素が上記1つの電極コーティングと他の燃料電池の電極コーティングとの間の電気伝導性経路を形成する実施例24～26のいずれかに記載の燃料電池を実現する。

30

【0132】

実施例28は、上記電子伝導性要素は第1の電気伝導性材料を有し、上記第1の電気伝導性材料は上記電気ファイバを有する実施例24～27のいずれかに記載の燃料電池を実現する。

【0133】

実施例29は、上記燃料電池接続要素は相互接続体を有し、上記燃料電池接続要素が上記1つの電極コーティングと外部回路との間の電気伝導性経路を形成する実施例24～28のいずれかに記載の燃料電池を実現する。

【0134】

実施例30は、上記電子伝導性要素は2つの電子伝導性領域を有し、上記電子伝導性領域の各々は、上記電子伝導性要素の長さに平行な2つの表面により形成される実施例24～29のいずれかに記載の燃料電池を実現する。

40

【0135】

実施例31は、上記電子伝導性要素は、第1の電気伝導性材料であって、上記電子伝導性要素の上記2つの表面にほぼ平行に配位され、かつ、上記燃料電池の上記電極コーティングの上記1つに対して約90°より小さな角度で配位される伝導性ファイバを有する上記第1の電気伝導性材料を有する第1の電子伝導性領域と、第2の電気伝導性材料であって、上記電子伝導性要素の上記2つの表面にほぼ平行に配位され、かつ、上記燃料電池の上記電極コーティングの上記1つに対して約90°より小さな角度で配位される伝導性ファイバを有する上記第2の電気伝導性材料を有する第2の電子伝導性領域とを有し、上記第1の電気伝導性材料は腐食抵抗性であり、上記第2の電気伝導性材料の伝導性は上記第

50

2の電気伝導性材料の伝導性より大きい実施例24～30のいずれかに記載の燃料電池を実現する。

【0136】

実施例32は、上記第2の電気伝導性材料は金属、金属合金、および、これらの組み合わせからなるグループから選択される実施例31に記載の燃料電池を実現する。

【0137】

実施例33は、上記第2の電気伝導性材料の上記伝導性ファイバは、銅金属ファイバを有する実施例31～32のいずれかに記載の燃料電池を実現する。

【0138】

実施例34は、上記第1の電気伝導性材料の上記伝導性ファイバは、カーボンファイバを有する実施例31～33のいずれかに記載の燃料電池を実現する。

【0139】

実施例35は、燃料電池層において、上記燃料電池層は第1の表面および第2の表面を具備する複合層を有し、上記複合層は、複数の燃料電池接続要素と、上記燃料電池接続要素の間に位置決めされる、複数のイオン伝導性要素と、上記第1の表面に配置されてアノードを形成する第1の複数の電極コーティングと、上記第2の表面に配置されてカソードを形成する第2の複数の電極コーティングとを有し、上記第1および第2の複数の電極コーティングの各々は上記イオン伝導性要素の1つとイオン的に接触し、上記燃料電池接続要素の1つに電気的に接触し、上記燃料電池接続要素の少なくとも1つは、第1の表面および第2の表面を具備し、上記第1の表面が上記イオン伝導性要素の1つと接触する、インターフェース領域と、少なくとも1つの電子伝導性要素であって、2つの表面とこれら2つの表面と平行な長さとを具備し、これら表面の一方が上記インターフェース領域の上記第2の表面と隣接して配置される、上記少なくとも1つの電子伝導性要素とを有し、上記少なくとも1つの電子伝導性要素は、上記少なくとも1つの電子伝導性要素のこれら2つの表面にほぼ平行に配位され、上記第1または第2の複数の電極コーティングの少なくとも1つに対して約90°より小さな角度で配位される伝導性ファイバを有し、上記少なくとも1つの燃料電池接続要素が、上記第1または第2の複数の電極コーティングの上記少なくとも1つと、上記第1または第2の複数の電極コーティングのうちの異なる1つの間に、電気的な伝導経路を実現し、かつ、上記経路が上記少なくとも1つの電子伝導要素の長さに沿って伸びることを特徴とする、上記燃料電池層を実現する。

【0140】

実施例36は、上記伝導性ファイバは少なくとも第1組の伝導性ファイバおよび第2組の伝導性ファイバを有し、上記第1組および第2組の弾道性ファイバの双方は上記燃料電池内の上記少なくとも1つの電極に対して約90°よりも小さい角度で配位され、上記第1組の導電性ファイバおよび上記第2組の導電性ファイバは、上記第1組の伝導性ファイバが上記第2組の伝導性ファイバとの間でほぼ45°から約135°の角度を形成するように配位される実施例35に記載の燃料電池層を実現する。

【0141】

実施例37は、上記伝導性ファイバは、カーボンファイバを有する実施例35～36のいずれかに記載の燃料電池層を実現する。

【0142】

実施例38は、上記電子伝導性要素の少なくとも1つは、第1の電子伝導性材料および第2の電子伝導性材料を有する、少なくとも2つの電子伝導性材料を有する実施例35～37のいずれかに記載の燃料電池層を実現する。

【0143】

実施例39は、上記第1の電子伝導性材料は実質的に腐食抵抗性であり、上記第2の電子伝導性材料は上記第1の電子伝導性材料の伝導性より大きな伝導性を有する実施例38に記載の燃料電池層を実現する。

【0144】

実施例40は、上記第2の電子伝導性材料はカーボンファイバを有し、上記第2の電子

10

20

30

40

50

伝導性材料は銅ファイバを有する実施例38～39のいずれかに記載の燃料電池層を実現する。

【0145】

実施例41は、上記第1の電子伝導性材料は上記第1または第2の複数の電極コーティングのうちの1つと接触する実施例38～40のいずれかに記載の燃料電池層を実現する。

【0146】

実施例42は、上記第2の電子伝導性材料は上記第1の電子伝導性材料および上記外部回路の双方と電気的に接触して上記電極コーティングと上記外部回路との間に電気伝導性経路を形成する実施例38～41のいずれかに記載の燃料電池層を実現する。

10

【0147】

実施例43は、ここに挙げたすべての要素またはオプションが利用できるように、または選択できるように採用できるようにオプションとして構成された、実施例1～42の任意の1つまたは組み合わせからなる装置または方法を実現する。

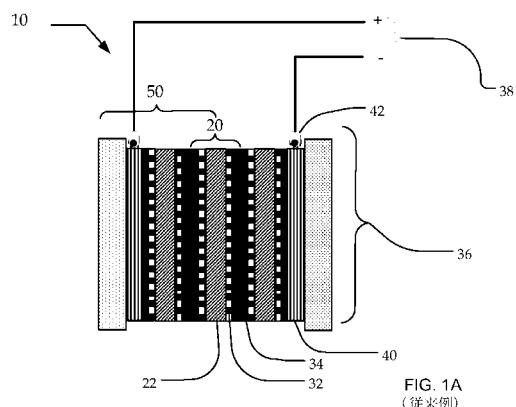
【符号の説明】

【0148】

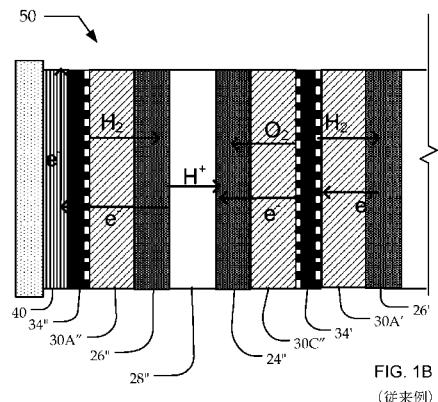
100	平面燃料電池層
112a	電流コレクタ
112b	相互接続体
116A	アノード電極
116C	カソード電極
120、121、122	燃料電池
124	複合層
210	相互接続体
212	第1の伝導性領域
214	第2の伝導性領域

20

【図 1 A】

FIG. 1A
(従来例)

【図 1 B】

FIG. 1B
(従来例)

【図 2 A】

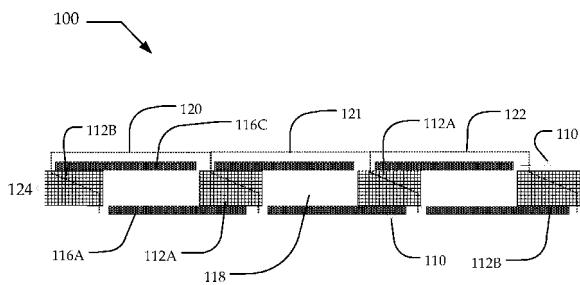


FIG. 2A

【図 2 B】

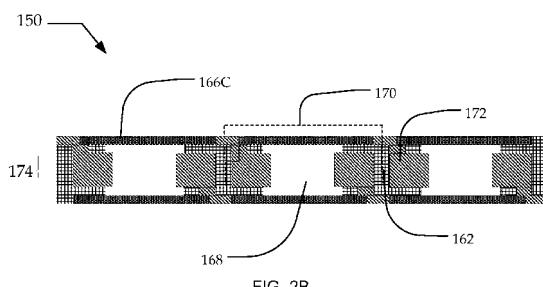


FIG. 2B

【図 3 A】

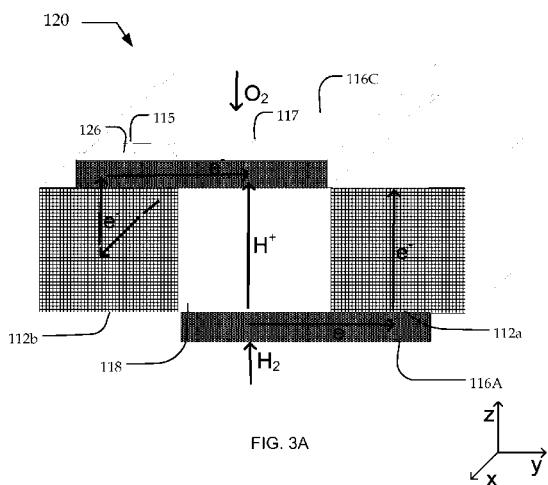


FIG. 3A



【図 3 B】

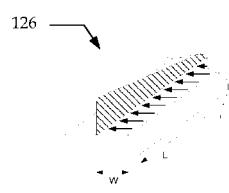
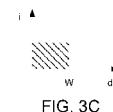


FIG. 3B



【図 3 D】

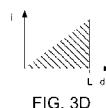


FIG. 3D

【図 4 A】

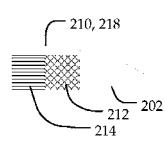


FIG. 4A

【図 4 B】

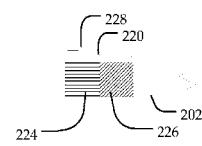


FIG. 4B

【図 4 C】

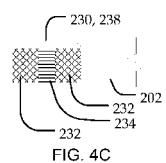


FIG. 4C

【図 4 G】

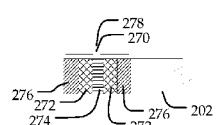


FIG. 4G

【図 4 D】

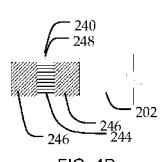


FIG. 4D

【図 4 H】

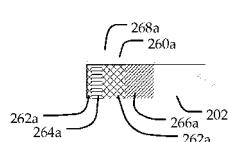


FIG. 4H

【図 4 E】

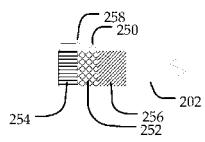


FIG. 4E

【図 4 F】

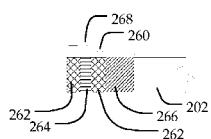


FIG. 4F

【図 5】

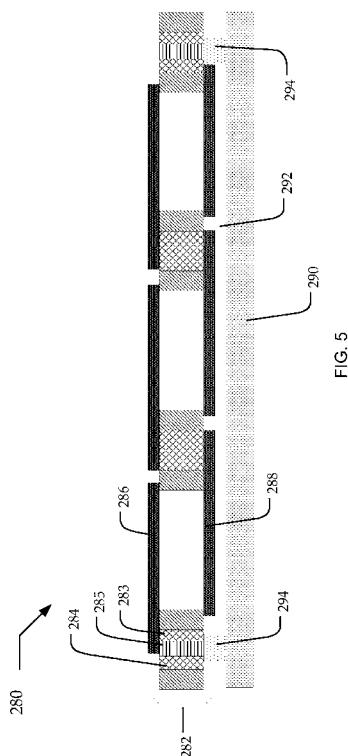


FIG. 5

【図 6 A】

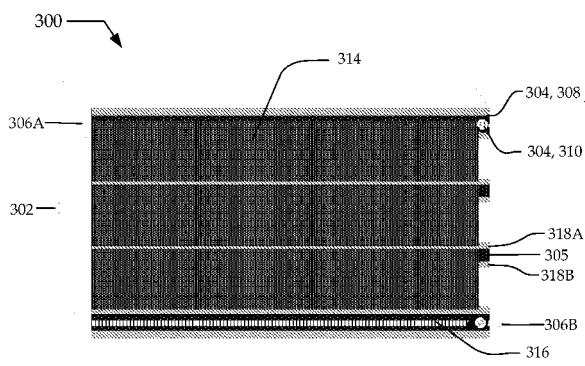


FIG. 6A

【図 6 B】

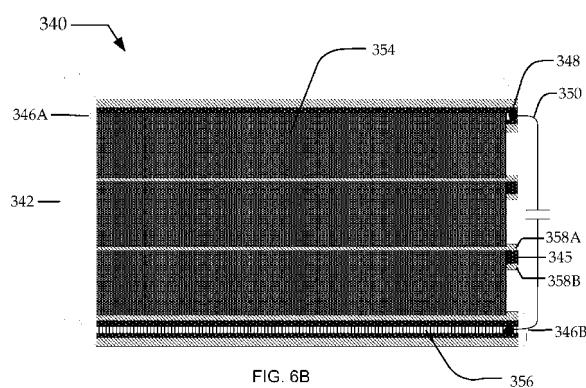


FIG. 6B

【図7】

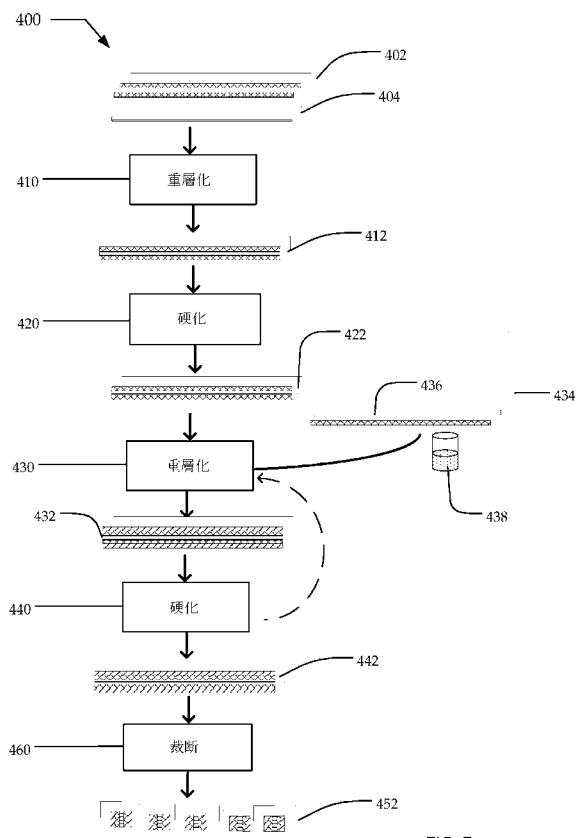


FIG. 7

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/CA2012/050420																							
<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC: H01M 2/26 (2006.01), H01M 8/02 (2006.01) According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>																									
<p>B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01M 2/26 (2006.01), H01M 8/02 (2006.01)</p>																									
<p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p>																									
<p>Electronic database(s) consulted during the international search (name of database(s) and, where practicable, search terms used) Epodoc, English Full-Text and Canadian Patent Database keywords; angle, fibers, electrode, orient*, align, interfacial</p>																									
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>WO 03/063286 A1 (HART et al) 31 July 2003 (31-07-2003) abstract; page 7, lines 27-30</td> <td>1-42</td> </tr> <tr> <td>P, A</td> <td>US 2011/0165495 A1 (SCHROOTEN et al) 07 July 2011 (07-07-2011) entire document</td> <td>1-42</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2008/0299435 A1 (IMURA et al) 04 December 2008 (04-12-2008) [0060]; [0075]; [0076]; [0081]; claim 2</td> <td>1-42</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2011/079377 A1 (SCHROOTEN et al) 07 July 2011 (07-07-2011) [0058]; [0059]</td> <td>1-42</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 7632587 B2 (MCLEAN et al) 15 December 2009 (15-12-2009) col. 5, lines 6-9; col. 7, lines 31-49</td> <td>1-42</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 5989741 (BLOOMFIELD et al) 23 November 1999 (23-11-1999) entire document</td> <td>1-42</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	WO 03/063286 A1 (HART et al) 31 July 2003 (31-07-2003) abstract; page 7, lines 27-30	1-42	P, A	US 2011/0165495 A1 (SCHROOTEN et al) 07 July 2011 (07-07-2011) entire document	1-42	A	US 2008/0299435 A1 (IMURA et al) 04 December 2008 (04-12-2008) [0060]; [0075]; [0076]; [0081]; claim 2	1-42	A	WO 2011/079377 A1 (SCHROOTEN et al) 07 July 2011 (07-07-2011) [0058]; [0059]	1-42	A	US 7632587 B2 (MCLEAN et al) 15 December 2009 (15-12-2009) col. 5, lines 6-9; col. 7, lines 31-49	1-42	A	US 5989741 (BLOOMFIELD et al) 23 November 1999 (23-11-1999) entire document	1-42		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																							
A	WO 03/063286 A1 (HART et al) 31 July 2003 (31-07-2003) abstract; page 7, lines 27-30	1-42																							
P, A	US 2011/0165495 A1 (SCHROOTEN et al) 07 July 2011 (07-07-2011) entire document	1-42																							
A	US 2008/0299435 A1 (IMURA et al) 04 December 2008 (04-12-2008) [0060]; [0075]; [0076]; [0081]; claim 2	1-42																							
A	WO 2011/079377 A1 (SCHROOTEN et al) 07 July 2011 (07-07-2011) [0058]; [0059]	1-42																							
A	US 7632587 B2 (MCLEAN et al) 15 December 2009 (15-12-2009) col. 5, lines 6-9; col. 7, lines 31-49	1-42																							
A	US 5989741 (BLOOMFIELD et al) 23 November 1999 (23-11-1999) entire document	1-42																							
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.																							
<table> <tr> <td>*</td> <td>Special categories of cited documents :</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"A"</td> <td>document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"T"</td> <td>later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</td> </tr> <tr> <td>"B"</td> <td>earlier application or patent but published on or after the international filing date</td> <td>"X"</td> <td>document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</td> </tr> <tr> <td>"L"</td> <td>document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</td> <td>"Y"</td> <td>document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</td> </tr> <tr> <td>"O"</td> <td>document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td>"&"</td> <td>document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"P"</td> <td>document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			*	Special categories of cited documents :		"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	"B"	earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&"	document member of the same patent family	"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
*	Special categories of cited documents :																								
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention																						
"B"	earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone																						
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art																						
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&"	document member of the same patent family																						
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed																								
Date of the actual completion of the international search 11 September 2012 (11-09-2012)		Date of mailing of the international search report 26 September 2012 (26-09-2012)																							
Name and mailing address of the ISA/CA Canadian Intellectual Property Office Place du Portage I, C114 - 1st Floor, Box PCT 50 Victoria Street Gatineau, Quebec K1A 0C9 Facsimile No.: 001-819-953-2476		Authorized officer Nancy McMartin (819) 934-3598																							

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CA2012/050420

Patent Document Cited in Search Report	Publication Date	Patent Family Member(s)	Publication Date
WO03063286A1	31 July 2003 (31-07-2003)	EP1470607A1 GB0201800D0 JP2005516353A JP4191049B2 RU2004122636A RU2303839C2 US2005014049A1 US7473482B2	27 October 2004 (27-10-2004) 13 March 2002 (13-03-2002) 02 June 2005 (02-06-2005) 03 December 2008 (03-12-2008) 10 July 2005 (10-07-2005) 27 July 2007 (27-07-2007) 20 January 2005 (20-01-2005) 06 January 2009 (06-01-2009)
US2011165495A1	07 July 2011 (07-07-2011)	US2011165495A1 US2012003568A1	07 July 2011 (07-07-2011) 05 January 2012 (05-01-2012)
US2008299435A1	04 December 2008 (04-12-2008)	CA2632348A1 CN101312251A JP2008293757A US7875405B2	23 November 2008 (23-11-2008) 26 November 2008 (26-11-2008) 04 December 2008 (04-12-2008) 25 January 2011 (25-01-2011)
WO2011079377A1	07 July 2011 (07-07-2011)	CA2785057A1	07 July 2011 (07-07-2011)
US7632587B2	15 December 2009 (15-12-2009)	CA2564843A1 CN1965108A CN1965108B CN102208664A EP1745162A1 EP1745162A4 EP2431497A2 EP2431497A3 JP2007536713A US2005250004A1 US2010183955A1 US8232025B2 WO2005106078A1	10 November 2005 (10-11-2005) 16 May 2007 (16-05-2007) 08 June 2011 (08-06-2011) 06 October 2011 (05-10-2011) 24 January 2007 (24-01-2007) 28 May 2008 (28-05-2008) 21 March 2012 (21-03-2012) 06 June 2012 (06-06-2012) 13 December 2007 (13-12-2007) 10 November 2005 (10-11-2005) 22 July 2010 (22-07-2010) 31 July 2012 (31-07-2012) 10 November 2005 (10-11-2005)
US5989741A	23 November 1999 (23-11-1999)	None	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,R,S,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RW,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA

(72)発明者 ピーターセン、マーク

カナダ、V 7 M 0 A 8 ブリティッシュ コロンビア州、ノース バンクーバー、ウエスト 1
4番 ストリート # 7 2 - 7 2 8

(72)発明者 イアコニス、ジャン・ルイ

カナダ、V 5 E 2 L 6 ブリティッシュ コロンビア州、バーナビー、マッカーシー コート
7 7 7 9

(72)発明者 ロウ、デイビッド

カナダ、V 5 E 0 A 5 ブリティッシュ コロンビア州、バーナビー、ホール アベニュー 7
0 6 3、ユニット 2 6 0 7

(72)発明者 ソベジュコ、ポール

カナダ、V 7 L 1 E 1 ブリティッシュ コロンビア州、ノース バンクーバー、イースト セ
カンド ストリート 5 1 5

F ターム(参考) 5H026 AA06 CC01 CV06 CX02 CX04 EE05 EE08 EE18 HH03