

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4783570号
(P4783570)

(45) 発行日 平成23年9月28日 (2011.9.28)

(24) 登録日 平成23年7月15日 (2011.7.15)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 M 8/02 (2006.01)	HO 1 M 8/02 Y
HO 1 M 4/86 (2006.01)	HO 1 M 8/02 E
HO 1 M 8/10 (2006.01)	HO 1 M 4/86 B
	HO 1 M 4/86 M
	HO 1 M 8/10

請求項の数 8 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2004-519598 (P2004-519598)	(73) 特許権者	505003182
(86) (22) 出願日	平成15年6月13日 (2003.6.13)		マイクロセル コーポレーション
(65) 公表番号	特表2005-531911 (P2005-531911A)		アメリカ合衆国, ノースキャロライナ州
(43) 公表日	平成17年10月20日 (2005.10.20)		27607, ラレイ, スイート 153,
(86) 国際出願番号	PCT/US2003/019023		チャペル ヒル ロード 6003
(87) 国際公開番号	W02004/006377	(74) 代理人	100079108
(87) 国際公開日	平成16年1月15日 (2004.1.15)		弁理士 稲葉 良幸
審査請求日	平成18年4月27日 (2006.4.27)	(74) 代理人	100080953
(31) 優先権主張番号	10/188,471		弁理士 田中 克郎
(32) 優先日	平成14年7月2日 (2002.7.2)	(74) 代理人	100093861
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 大賀 真司
		(72) 発明者	エシュライ, レイ, アール.
			アメリカ合衆国, ノースキャロライナ州
			27511, キャリー, スコッツ ファー
			レーン 105

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 耐食電流コレクタ付きのマイクロセル電気化学装置およびアセンブリ、ならびにその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内部電極と、

前記内部電極と接触する中空繊維膜セパレータと、

前記中空繊維膜セパレータに埋設された電解質と、

外部電極と、

を備えた繊維マイクロセル構造であって、前記内部および外部電極の少なくとも1つが、
3層の金属層の各層の断面積比が変形前から変形後まで少なくとも7：1に減少する共押し出しプロセスによる固相接合によって周状に接合される金属クラッド複合ワイヤを含み

前記3層の金属層は、

(i) 銅、アルミニウム、黄銅、青銅、ニッケル、銀、ならびにそれらの混合物および合金からなる群から選択される金属から形成される金属コア、

(ii) チタン、タンタル、パラジウム、ならびにそれらの混合物および合金からなる群から選択される金属から形成される中間金属層、および

(iii) ニオブ、ニオブ合金、ジルコニウムおよびジルコニウム合金からなる群から選択される金属から形成される外部金属層、

を含む、繊維マイクロセル構造。

【請求項 2】

前記金属コアは、銅または銅合金を含み、前記中間金属層は、チタンまたはチタン合金

を含み、前記外部金属層は、ニオブまたはニオブ合金を含む、請求項1に記載の繊維マイクロセル構造。

【請求項3】

前記金属コアは、銅を含み、前記中間金属層は、チタンを含み、前記外部金属層は、ニオブを含む、請求項1に記載の繊維マイクロセル構造。

【請求項4】

前記金属クラッド複合ワイヤの外径が、 $100\mu\text{m}\sim 1000\mu\text{m}$ の範囲にある、請求項1に記載の繊維マイクロセル構造。

【請求項5】

請求項1に記載の複数の繊維マイクロセル構造を含む、電気化学セル装置。

10

【請求項6】

燃料電池を構成する、請求項5に記載の電気化学セル装置。

【請求項7】

電池セルを構成する、請求項5に記載の電気化学セル装置。

【請求項8】

マイクロセル繊維素子を含む燃料電池であって、各マイクロセル繊維素子が、

内部電流コレクタと、

内部触媒層と、

前記内部触媒層および前記内部電流コレクタと接触する中空繊維膜セパレータと、

前記中空繊維膜セパレータに埋設された電解質と、

20

外部触媒層と、

外部電流コレクタと、

を備え、前記内部および外部電流コレクタの少なくとも1つが、3層の金属層の各層の断面積比が変形前から変形後まで少なくとも7:1に減少する共押し出しプロセスによる固相接合によって周状に接合される金属クラッド複合ワイヤを含む、

前記3層の金属層は、

(i) 銅、アルミニウム、黄銅、青銅、ニッケル、銀、ならびにそれらの混合物および合金からなる群から選択される金属から形成される金属コア、

(ii) チタン、タンタル、パラジウム、ならびにそれらの混合物および合金からなる群から選択される金属から形成される中間金属層、および

30

(iii) ニオブ、ニオブ合金、ジルコニウムおよびジルコニウム合金からなる群から選択される金属から形成される外部金属層、

を含む、燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

発明の分野

本発明は、マイクロセル電気化学装置およびアセンブリ、ならびにその製造方法に関する。より詳細には、本発明は、高導電性、高耐食性、ならびに剥離および磨耗に対する高い機械的耐久性および抵抗性の電流コレクタを備える、マイクロセル電気化学装置およびアセンブリに関する。

40

【背景技術】

【0002】

関連技術の背景

電池および燃料電池のような電気化学セルが、電解質媒体と接触しながら内部短絡を防止するように隔離される正および負の電極を有し、この電解質媒体は電極と反応して、電子の流れを発生し、従って、回路が外部負荷に結合される場合、電気エネルギーを供給する。

【0003】

電気化学エネルギー分野における最近の革新は、マイクロセル（電池、燃料電池、およ

50

び他の電気化学装置用途のための小さなサイズの電気化学セル)の発展である。マイクロセル技術が、米国特許第5,916,514号明細書、同第5,928,808号明細書、同第5,989,300号明細書、同第6,004,691号明細書、同第6,338,913号明細書、および同第6,399,232号明細書(すべてレイ・アール・エシュラジ(Ray R. Eshraghi)に交付)に記載されている。これらの特許に記載のマイクロセル構造が、電気化学セル部品と関連する中空繊維構造を含む。

【0004】

前述のエシュラジの特許は、電気化学セル構造を超極細繊維の形で記載し、これは、第1の電流コレクタ、膜セパレータ、電解質媒体、および第2の電流コレクタを含む。具体的には、エシュラジの特許は中空繊維膜セパレータを開示し、これは電解質媒体を含浸され、その内側に配置される第1金属繊維(内部電流コレクタ)およびかかる中空繊維膜セパレータの外側に配置される第2金属繊維(外部電流コレクタ)を有し、ここで第1および第2の金属繊維はマイクロセルの正および負の電流コレクタを構成する。

10

【0005】

そして上述の多数の繊維マイクロセルが、直列および/または並列にともに接続され、単一マイクロセルアセンブリにまとめられ/束ねられ、このアセンブリは大きい電流密度および大きい電圧出力を特徴とする。

【0006】

エシュラジのマイクロセルの正および負の電流コレクタは、上述された特許に記載されるように、反応性電解質媒体と接触している。したがって、それらは厳しい化学的環境に晒される。マイクロセルの電流コレクタは非常に細い金属繊維から形成されるので、それらは腐食作用を特に受けやすく、これは、個々のマイクロセル内あるいは直列または並列に接続されたマイクロセル間の電氣的断線を生じ、結局耐用年数を短くし、および/またはマイクロセルアセンブリの出力密度を低下させる。

20

【0007】

エシュラジの米国特許第6,338,913号明細書および同第6,399,232号明細書が、マイクロセル装置または構造において電流コレクタの耐食性を強化させるためのいくつかの腐食処理構造を提案する。例えば、電流コレクタは黒鉛材料から製造可能であり、あるいは電流コレクタは、耐食炭素コーティングで覆われたアルミニウムまたは銅から形成可能である。黒鉛または炭素で覆われた電流コレクタは、従来の金属電流コレクタと比較して著しく強化された耐食性を有するけれども、それらは機械的に頑丈ではなく(すなわち、黒鉛電流コレクタは容易に破壊され、炭素コーティングは容易に剥離されて、下にある金属コアを腐食性電解質に晒す)、これはマイクロセル内またはその間で結果として電氣的断線を生じるであろう。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

したがって、かかるマイクロセル構造において高耐食性、高導電性、および高機械的完全性の電流コレクタを形成するための改善した材料を識別し、利用することが当業界で絶えず必要とされており、それに応じて、本発明の目的は、耐用年数を著しく延ばし、かかるマイクロセル構造またはアセンブリの信頼性を強化するための耐食性材料から形成される電流コレクタを備える、マイクロセル構造またはアセンブリを提供することである。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

発明の概要

本発明は、一態様において、
内部電極と、
内部電極と接触する中空繊維膜セパレータと、
中空繊維膜セパレータに埋設された電解質と、
外部電極と、

50

を備える繊維マイクロセル構造に関し、内部および外部電極の少なくとも1つが、固相接合によって接合される、2つ以上の金属層を有する金属クラッド複合材を含む。

【0010】

本発明の別の態様が、上述の複数の繊維マイクロセル構造を含む電気化学セル装置に関する。かかる電気化学セル装置は燃料電池か、或いは電池セルであり得る。かかる電気化学セル装置は燃料電池であることが好ましい。

【0011】

本発明のさらに別の態様がマイクロセル繊維素子を含む燃料電池に関しており、そこでは、各マイクロセル繊維素子は、内部電流コレクタ、内部触媒層、内部触媒層および内部電流コレクタと接触する中空繊維膜セパレータ、中空繊維膜セパレータに埋設された電解質、外部触媒層、および外部電流コレクタを備え、ここで内部および外部電流コレクタの少なくとも1つが、固相接合によって接合される、2つ以上の金属層を有する金属クラッド複合材を含む。

10

【0012】

本発明の他の態様、特徴、および利点が、次の開示および添付の特許請求の範囲からより完全に明らかであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

好ましい実施形態の詳細な説明

エシュラジの米国特許第5,916,514号明細書、同第5,928,808号明細書、同第5,989,300号明細書、同第6,004,691号明細書、同第6,338,913号明細書、および同第6,399,232号明細書は、全体として、かつ全ての目的のために、参照により本明細書に援用される。

20

【0014】

本明細書で使用されるように、用語「マイクロセル」は、電解質が埋設された膜セパレータを含む、電気化学セルエネルギー発生または変換構造を意味する。電解質材料は、膜セパレータ内に均一に分布する固体イオン交換材料、または膜セパレータの微小孔内に固定化した固体イオン交換粒子であり、あるいは、膜セパレータ自体は電解質媒体として機能するイオン交換材料から形成される。膜セパレータは導電性繊維と接触し、この繊維は電気触媒と接触するか、またはそれで覆われ、電気化学セルのための正および負の電極を形成する。

30

【0015】

本明細書の次の説明が主として本発明の燃料電池実施形態に関しているとはいえ、説明は、本発明と一致する、同等の電池セルに、および電気化学セル装置の他の形態に同じように適用され得ることが理解されるであろう。

【0016】

もちろん、電池セルは、電池内の電気化学的に活性である材料が有り、燃料電池におけるように、電気化学的活動が望まれる場合、構造に外部から与えられるとは対照的に、セル内に蓄えられるという点で、燃料電池と異なる。従って、電池セルで使用される場合、マイクロセルは繊維の中心でルーメンを必要とせず、その結果、電池セル用途のためのモジュール式アセンブリにおける繊維の結束を相応して簡単にする。このように電池セル用途のためのマイクロセルは、燃料電池で使用されるマイクロセルと構造上、かつ動作上異なる。

40

【0017】

本発明の特定の実施形態では、マイクロセルは、内部電極、内部電極と接触する膜セパレータ、膜セパレータに埋設された電解質、および外部電極を含み、そこでは内部および外部電極の少なくとも1つが、第1の金属または金属合金から形成される金属コアを有する金属クラッド複合材、および第2の金属または金属合金から形成される外部金属層を含み、ここで金属コアおよび外部金属層は、固相接合によってそれらの界面で互いに接合される。

50

【0018】

従来の燃料電池において、通常、むき出しの固体金属材料の使用が、電気化学的に反応性の材料および電解質の高腐食性のために避けられる。かかる従来の燃料電池で電流コレクタを形成するための材料は通常黒鉛型材料に限定されている。しかしながら、黒鉛材料は機械的強度および成形性が非常に悪く、外径が通常約100 μm ～約10 mmの範囲にある超極細繊維電流コレクタを、マイクロセル構造に形成するのに適さない。

【0019】

エシュラジの米国特許第6,338,913号明細書および同第6,399,232号明細書は、炭素材料またはアモルファス金属のような、耐食材料でアルミニウムまたはチタン電流コレクタを覆うことを提案する。しかしながら、かかるコーティングは均一性が十分でなく、腐食しやすい部分にピンホールを残す。さらに、かかるコーティングはファンデルワールス力によって下の電流コレクタ素子にゆるく接合されるだけであり、従って、燃料電池動作を特徴づける厳しい腐食状態および熱サイクルの下で、電流コレクタ素子から剥離し、薄い層に裂ける。

10

【0020】

繊維マイクロセル構造におけるむき出しの固体金属材料の使用を避けるという従来の通念にもかかわらず、本発明は、上述のマイクロセル装置または構造において電極の繊維電流コレクタを形成するのに金属クラッド複合材を用い、これは、上述の黒鉛または炭素被覆電流コレクタと比較して、優れた耐食性ならびに高い機械的強度および成形性を示す。したがって、本発明の金属クラッド複合材に、炭素コーティングまたはアモルファス金属コーティングの無い固体金属材料を使用することは、従来の通念および先行技術の方法によって禁忌とされた方法を具体化するものであるが、かかる金属クラッド複合材の使用は、耐食性、導電性、機械的強度、および信頼性に関して、従来の通念によって予期されなかった、驚くほど満足する結果を達成する。

20

【0021】

図1は、上述のマイクロセルにおいて有用である電流コレクタ10の断面図を示す。マイクロセル電流コレクタ10は、金属コア12および外部金属層14を含む、2層金属クラッド複合材である。

【0022】

金属コア12は、第1金属または金属合金、好ましくは、小さい電気抵抗（例えば、10 $\mu\Omega \cdot \text{cm}$ 未満、好ましくは1 $\mu\Omega \cdot \text{cm}$ 未満の抵抗値）、高い機械的強度、優れた成形性、および少ない製造コストによって特徴づけられる金属または金属合金、例えば、銅、アルミニウム、黄銅、青銅、ニッケル、銀などから形成される。金属コア12は、銅、アルミニウム、およびそれらの合金からなる群から選択される金属から形成されることがより好ましく、金属コア12は銅から形成されることが最も好ましい。

30

【0023】

外部金属層14は、第2の金属または金属合金、好ましくは、高耐食性、高い機械的強度、および優れた成形性によって特徴づけられる金属または金属合金、例えば、チタン、ニオブ、ニッケル、ジルコニウム、金、タンタル、白金、パラジウム、銀などから形成される。外部金属層14は、チタン、ニオブ、ニッケル、金、白金、およびそれらの合金からなる群から選択される金属から形成されることがより好ましく、かかる外部金属層14はチタンから形成されることが最も好ましい。

40

【0024】

金属および金属合金の上のリストは例示しただけであり、本発明の広い範囲を制限することは意図されない。

【0025】

金属コア12および外部金属層14は固相接合によってそれらの界面で接合され、この固相接合は、2つの異なる金属の、液相材料のそれらの界面における形成を含まない接合である。

【0026】

50

2つの異なる金属の固相接合は熱間共押し出しプロセスによって達成され、そこでは2つの金属は高温とともに押し付けられて、かかる金属の変形を金属の断面積の減少の形で引き起こす。高温は、より低い再結晶温度を有する金属の最低再結晶温度のすぐ上から、両金属が、接合される金属の界面において砕けやすい化合物または液相材料のいかなる引き離しまたはいかなる形成も無く、変形される最高温度までの範囲である。かかる高温で圧力を加えることによって、任意の2つ以上の金属の固相接合層が多層金属クラッド複合材を形成することが可能である。

【0027】

固相接合の強度は、高温およびかかる金属が被る変形の量の関数である。高温は約400℃～約900℃の範囲にあり、かかる金属が被る変形の量はかかる金属の断面積比の減少、例えば、約7:1（すなわち、断面積はかかる変形によって7から1へ減じる）～約64:1（すなわち、断面積はかかる変形によって64から1へ減じる）の範囲にあるとして表されることが好ましい。

10

【0028】

上述の方法によって形成される固相接合は、それに続く焼結工程によってさらに強化され得る。かかる焼結工程によって与えられる熱エネルギーが金属の原子移動度を増大させ、金属間の接合界面における接合部分の成長に影響を与える。結果として、かかる金属間の固相接合はさらに強化される。

【0029】

本発明の別の実施形態では、マイクロセルの内部および外部電極の少なくとも1つが、第1金属または金属合金から形成される金属コア、第2の金属または金属合金から形成される中間金属層、および第3の金属または金属合金から形成される外部金属層を有する金属クラッド複合材を含み、金属コア、中間金属層、および外部金属層は、固相接合によってそれらのそれぞれの界面で互いに接合される。

20

【0030】

図2は上述のマイクロセル電流コレクタ20の断面図を示す。マイクロセル電流コレクタ20は、金属コア22、中間金属層24、および外部金属層26を含む3層金属クラッド複合材である。

【0031】

金属コア22は、第1の金属または金属合金、好ましくは、小さい電気抵抗（すなわち、 $10\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 未満、好ましくは $1\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 未満の抵抗値）、高い機械的強度、優れた成形性、および少ない製造コストによって特徴づけられる金属または金属合金、例えば、銅、アルミニウム、黄銅、青銅、ニッケル、銀などから形成される。金属コア22は、銅、アルミニウム、およびそれらの合金からなる群から選択される金属から形成されることがより好ましく、金属コア12は銅から形成されることが最も好ましい。

30

【0032】

中間金属層24および外部金属層26は、それぞれ、第2の金属および第3の金属または金属合金から形成される。第2および第3の金属または金属合金は、チタン、ニオブ、ニッケル、ジルコニウム、金、タンタル、白金、パラジウム、銀などのように、高耐食性、高い機械的強度、および優れた成形性によって特徴づけられることが好ましい。中間金属層24を形成するための第2の金属または金属合金は、チタン、ニオブ、ニッケル、およびそれらの合金からなる群から選択され、外部金属層26を形成するための第3の金属または金属合金は、ニオブ、白金、タンタル、金、ジルコニウム、およびそれらの合金からなる群から選択されることがより好ましい。中間金属層24はチタンまたはチタン合金から形成され、外部金属層25はニオブまたはニオブ合金から形成されることが最も好ましい。

40

【0033】

上述のように、ここで識別される特定の金属および金属合金は例示しただけであり、本発明の広い範囲を制限することは意図されない。

【0034】

50

以下に述べるのが、本発明のマイクロセル電流コレクタを形成するのに有用である、好ましい２および３層金属クラッド複合材のリストである。

【００３５】

【表１】

金属複合材番号	金属コア	中間層	外側層
1	銅	X	チタン
2	銅	X	ニッケル
3	銅	チタン	白金
4	銅	チタン	金
5	銅	チタン	タンタル
6	銅	チタン	ニオブ
7	銅	チタン	ジルコニウム
8	銅	ニオブ	白金
9	銅	ニッケル	白金
10	銅	ニッケル	金

【００３６】

本発明の好ましい実施形態によって、図２の３層マイクロセル電流コレクタ２０は、（図３に示すように）次の工程によって形成される。

（１）銅またはアルミニウムのような、図２の金属コア２２を形成するための金属または金属合金を含むベース金属棒３２を設ける工程、

（２）チタン、ニオブ、またはニッケルのような、図２の中間金属層２４を形成するための金属または金属合金を含む第１の金属管３４を設ける工程であって、第１の金属管３４がベース金属棒３２の周りに合うことができるように、第１の金属管３４はベース金属棒３２の直径よりも大きい内径を有する工程、

（３）ニオブ、タンタル、白金、または金のような、図２の外部金属層２６を形成するための金属または金属合金を含む第２の金属管３６を設ける工程であって、第２の金属管３６が第１の金属管３４の周りに合うことができるように、第２の金属管３６は第１の金属管３４の外径よりも大きい内径を有する工程、

（４）ベース金属棒３２、第１の金属管３４、および第２の金属管３６を一緒に熱間共押し出して、固相接合によって接合される３層の金属を含む金属ビレット４０を形成する工程、および

（５）一連の低温延伸および焼なまし工程によって、金属ビレット４０を細い金属ワイヤ５０に引き込む工程であって、細い金属ワイヤ５０は繊維構造および小さい直径によって特徴づけられ、そして細い金属ワイヤ５０は、図２の金属コア２２、中間金属層２４、および外部金属層２６に相当する３つの異なる金属層（図３では見えない）を含む工程。

【００３７】

細い金属ワイヤ５０は適切な長さに切断され、上述のマイクロセル構造またはマイクロセルアセンブリの内部および／または外部電流コレクタを形成するために使用され得る。

【００３８】

本出願のマイクロセル電流コレクタは、約１００μｍ～約１０ｍｍ、より好ましくは約１００μｍ～約１０００μｍ、最も好ましくは約２００μｍ～約５００μｍの範囲にある外径を有する。

【0039】

本出願のマイクロセル電流コレクタが上述の2層金属クラッド複合材を含む場合、金属コアは、約10 μ m～約10mm、より好ましくは約100 μ m～約1000 μ m、最も好ましくは約150 μ m～約500 μ mの範囲にある外径を有する。

【0040】

本出願のマイクロセル電流コレクタが上述の3層金属クラッド複合材を含む場合、中間金属層は、約100 μ m～約10mm、より好ましくは約100 μ m～約1000 μ m、最も好ましくは約200 μ m～約500 μ mの範囲にある外径を有し、一方、金属コアは、約10 μ m～約10mm、より好ましくは約100 μ m～約1000 μ m、最も好ましくは約150 μ m～約500 μ mの範囲にある外径を有する。

10

【0041】

しかしながら、本出願のマイクロセル電流コレクタは、上述の2層または3層金属クラッド複合材に限定されない。当業者が、本出願を実施するのに有用であるマイクロセル電流コレクタを形成するためのかかる金属クラッド複合材の耐食性および機械的強度をさらに強化するために、導電性ポリマー、炭素材料、または導電性セラミックなどのような、金属または非金属導電性材料の追加層を有する金属クラッド複合材を容易に設計できる。

【0042】

さらに、金属クラッド複合材の金属コアは上述の固形に限定されない。本発明の好ましい実施形態では、かかる金属コアは中空の管状金属素子であり、これを通して熱交換流体（例えば、空気または熱交換液）が通され得る。そのようにして、かかる中空の管状金属コアを含む電流コレクタは、電気化学的反応によって発生する熱をマイクロセルシステムの外へ伝えるための熱交換管として一斉に機能する。

20

【0043】

金属クラッド複合材の構造および形状が、上述され、図1～4に示された、例示的な例に限定されない。例えば、かかる金属クラッド複合材は、種々の規則正しいまたは不規則な形の断面積、例えば、円形、半円形、楕円形、三日月形、十字形、三角形、正方形、長方形、平行四辺形、台形、多角形、恒星状などを有する。かかる金属クラッド複合材の表面は滑らか、粗い、スパイク状、溝付きなどである。

【0044】

図5A～Cは様々な断面形状の種々の金属クラッド複合材を示す。図5Aは、金属コア312および外部金属層314を含む、半円形の金属クラッド複合材310を示す。図5Bは、金属コア322および外部金属層324を含む、楕円形の金属クラッド複合材320を示す。図5Cは、金属コア332および恒星状外部金属層334を含む、恒星状の金属クラッド複合材330を示す。

30

【0045】

上述のプロセスによって形成されるマイクロセル電流コレクタは多層の金属を含み、一方、銅またはアルミニウムから形成される金属コアは大きい導電性を有し、チタン、ニオブ、白金、または金の中間／外部層が、かかるマイクロセル電流コレクタが常に晒される厳しい化学的環境に対して高耐食性を備え、そして金属コアと中間／外部層との固相接合が、かかる層構造の機械的完全性および信頼性を確実にし、かかる中間／外部層が金属コアからはがされるリスクは最小である。かかる繊維マイクロセル電流コレクタにおける各金属層は非常に薄い（例えば、約1 μ m～約200 μ m）。また、一方、各金属層は接合面全体を通じてほぼ連続的かつ均一であって、腐食を受けやすいピンホールが非常に少ないか無しかである。

40

【0046】

かかるマイクロセル電流コレクタを用いることによって、マイクロセル構造全体またはそれを含むマイクロセルアセンブリの耐用年数が著しく長くなる。

【0047】

図4は、本発明の好ましい実施形態によって、内部電流コレクタ102、内部触媒層110、内部触媒層110および内部電流コレクタ102と接触する電解質（図示せず）を

50

含む中空繊維膜セパレータ104、外部触媒層106、および外部電流コレクタ108を含む、繊維燃料電池100を示す。電解質は中空繊維膜セパレータ104に含浸される固体イオン交換粒子であり、または中空繊維膜セパレータ104は電解質として機能するイオン交換材料から全体に形成され得る。

【0048】

内部および外部電流コレクタ102および108の両方とも、銅の金属コア112およびチタンの外部金属層114を含む、2層金属クラッド複合材から形成される。

【0049】

本明細書に開示されるように金属クラッド複合材から形成される超極細繊維電流コレクタは、エシュラジの米国特許第5,916,514号明細書、同第5,928,808号明細書、同第5,989,300号明細書、同第6,004,691号明細書、同第6,338,913号明細書、および同第6,399,232号明細書に開示される超極細繊維電流コレクタまたは電流コレクタと比較して、著しく向上した耐食性、小さい電気抵抗、より長い耐用年数、優れた機械的強度および延性、ならびにより高い信頼性によって特徴づけられる。

10

【0050】

本発明は特定の実施形態、特徴および態様を参照して本明細書に記載されたが、本発明は上に述べたように限定されず、むしろ他の変更、変形、応用、および実施形態へ有用性が広がり、従って全てのかかる他の変更、変形、応用、および実施形態は本発明の精神および範囲内にあると見なされるべきであることがわかるであろう。

20

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】本発明の一実施形態による、2層金属クラッド複合材から形成されるマイクロセル電流コレクタの断面図である。

【図2】本発明の別の実施形態による、3層金属クラッド複合材から形成されるマイクロセル電流コレクタの断面図である。

【図3】金属ビレットから図2の3層金属クラッド電流コレクタの形成の略図である。

【図4】本発明の一実施形態による、2層金属クラッド複合材から形成される内部および外部電流コレクタの両方を有する繊維マイクロセル構造の断面図である。

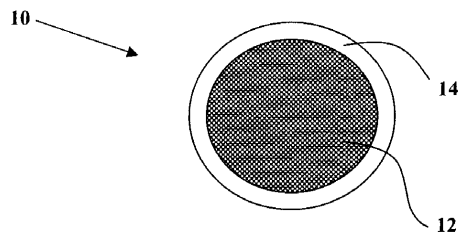
【図5A】種々の形状の金属クラッド複合材から形成されるマイクロセル電流コレクタの断面図である。

30

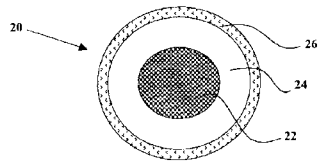
【図5B】種々の形状の金属クラッド複合材から形成されるマイクロセル電流コレクタの断面図である。

【図5C】種々の形状の金属クラッド複合材から形成されるマイクロセル電流コレクタの断面図である。

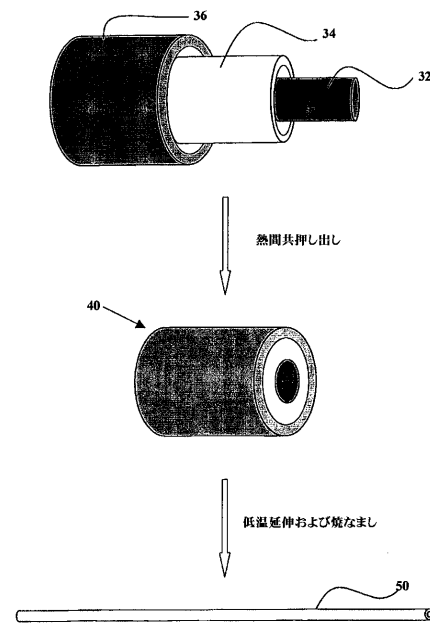
【図 1】



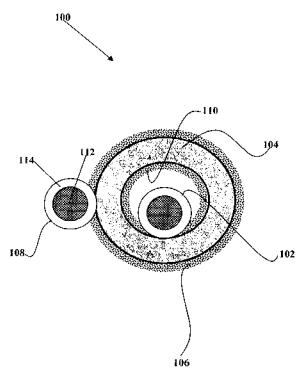
【図 2】



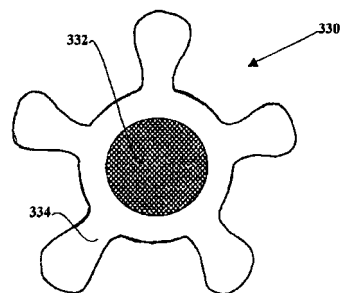
【図 3】



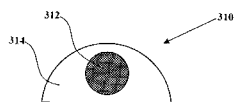
【図 4】



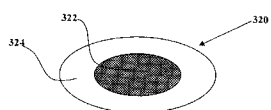
【図 5 C】



【図 5 A】



【図 5 B】



フロントページの続き

審査官 蛭田 敦

- (56)参考文献 米国特許第05916514 (US, A)
米国特許第05928808 (US, A)
国際公開第02/009212 (WO, A1)
特開平03-047617 (JP, A)
特開平05-039587 (JP, A)
特開平03-044454 (JP, A)
特開平08-138700 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01M 8/00 ~ 8/24
H01M 4/86 ~ 4/98