

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4040008号
(P4040008)

(45) 発行日 平成20年1月30日(2008.1.30)

(24) 登録日 平成19年11月16日(2007.11.16)

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

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2003-338390 (P2003-338390)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成15年9月29日 (2003.9.29)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2005-108549 (P2005-108549A)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(43) 公開日	平成17年4月21日 (2005.4.21)	(74) 代理人	100096884
審査請求日	平成17年12月2日 (2005.12.2)		弁理士 末成 幹生
		(72) 発明者	辻 誠
			埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
			社本田技術研究所内
		(72) 発明者	井ノ上 雅次郎
			埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
			社本田技術研究所内
		(72) 発明者	宇都宮 政男
			埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
			社本田技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池用金属製セパレータおよびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

耐食性を有する表面に導電性介在物が露出し、その露出する導電性介在物上にのみ銀、銅、ニッケル、すずから選択される金属またはその合金の1種または2種以上が析出していることを特徴とする燃料電池用金属製セパレータ。

【請求項2】

耐食性を有する表面に導電性介在物が露出し、その露出する導電性介在物上にのみ白金および/またはパラジウムが析出していることを特徴とする燃料電池用金属製セパレータ。

【請求項3】

耐食性を有する表面に導電性介在物が露出し、その露出する導電性介在物上にのみ銀、銅、ニッケル、すずから選択される金属またはその合金の1種または2種以上と、白金および/またはパラジウムとが析出していることを特徴とする燃料電池用金属製セパレータ。

【請求項4】

前記導電性介在物が表面から突出していることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の燃料電池用金属製セパレータ。

【請求項5】

耐食性を有する表面から導電性介在物が露出する素材板の表面に、下地処理を施さず直接銀、銅、ニッケル、すずから選択される金属またはその合金の1種または2種以上のめ

10

20

つき、もしくは白金および/またはパラジウムのめっきを行うことにより、前記露出する導電性介在物上のみ銀、銅、ニッケル、すずから選択される金属またはその合金の1種または2種以上のめっき、もしくは白金および/またはパラジウムを析出させることを特徴とする燃料電池用金属製セパレータの製造方法。

【請求項6】

耐食性を有する表面から導電性介在物が露出する素材板の表面に、下地処理を施さず直接銀、銅、ニッケル、すずから選択される金属またはその合金の1種または2種以上のめっきと、白金および/またはパラジウムのめっきとを行うことにより前記露出する導電性介在物上のみ銀、銅、ニッケル、すずから選択される金属またはその合金の1種または2種以上のめっきと、白金および/またはパラジウムを析出させることを特徴とする燃料電池用金属製セパレータの製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、固体高分子型燃料電池が備える金属製セパレータおよびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

固体高分子型燃料電池は、平板状の電極構造体(MEA: Membrane Electrode Assembly)の両側にセパレータが積層された積層体が1ユニットとされ、複数のユニットが積層されて燃料電池スタックとして構成される。電極構造体は、正極(カソード)および負極(アノード)を構成する一対のガス拡散電極の間にイオン交換樹脂等からなる電解質膜が挟まれた三層構造である。ガス拡散電極は、電解質膜に接触する電極触媒層の外側にガス拡散層が形成されたものである。また、セパレータは、電極構造体のガス拡散電極に接触するように積層され、ガス拡散電極との間にガスを流通させるガス流路や冷媒流路が形成されている。このような燃料電池によると、例えば、負極側のガス拡散電極に面するガス流路に燃料である水素ガスを流し、正極側のガス拡散電極に面するガス流路に酸素や空気等の酸化性ガスを流すと電気化学反応が起こり、電気が発生する。

20

【0003】

上記セパレータは、負極側の水素ガスの触媒反応により発生した電子を外部回路へ供給する一方、外部回路からの電子を正極側に送給する機能を具備する必要がある。そこで、セパレータには黒鉛系材料や金属系材料からなる導電性材料が用いられており、特に金属系材料のものは、機械的強度に優れている点や、薄板化による軽量・コンパクト化が可能である点で有利であるとされている。金属製のセパレータは、ステンレス鋼やチタン合金等の耐食性を有する金属材料からなる薄板をプレス加工して断面凹凸状に成形したものが挙げられる。

30

【0004】

ところで、ステンレス鋼からなるセパレータを用いた場合、黒鉛系のセパレータを用いた場合に比べて電極構造体との接触抵抗が大きい。接触抵抗の増大は発電性能の低下につながるため、接触抵抗を低減させるために、たとえば特許文献1では、ステンレス鋼からなるセパレータの表面に、ボライド(M₂B)等の導電性金属間化合物を突出させ、これによって電極構造体との接触抵抗を低減させる技術が開示されている。

40

【0005】

【特許文献1】特開2003-187829(段落[0010])

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

一般に、固体高分子型燃料電池は、発電時に70以上の高温に曝され、しかも、加湿された燃料ガス及び空気が内部に供給されるとともに、発電時の電極での反応により生成された水分により高湿度状態に曝される。その結果、電極構造体が膨張・膨潤して電極構

50

造体とセパレータとの面圧が大きくなる。逆に、発電を停止したときは、電極構造体の環境の温度と湿度は低下、電極構造体とセパレータとの面圧が小さくなる。このように、発電と停止との繰返しにより、電極構造体とセパレータとの間に繰返し応力が発生する。

【0007】

上記した特許文献1に記載の技術では、セパレータの表面から導電性金属間化合物が突出しているから、電極構造体との間に発生する繰返し応力により、電極構造体の表面を損傷し、その結果、セパレータと電極構造体との間の接触抵抗が増大し、セパレータの集電機能を損なうという問題があった。

【0008】

ここで、ステンレス鋼からなるセパレータの表面に金などの導電性が良好な金属を被覆することも行われている。しかしながら、この場合には金の使用量が多く、高価なものになってしまうといった問題があった。また、金めっきは通常、ステンレス鋼との密着性を高めるためにニッケルめっきによる下地処理を行っているが、金めっきにピンホール等の欠陥が生じていると、下地処理の成分であるニッケルが溶出する。ニッケルの溶出は電解質膜のイオン交換量の低下などの性能低下を招き、さらには金めっきの剥離や接触抵抗の増大といった問題も生じさせることになる。このような問題を回避するために、下地処理を行わず、直接金めっきを行うと、金めっきの密着性が低下して剥離が生じ、やはり接触抵抗の増大を招く。

【0009】

よって本発明は、めっきによる接触抵抗の低減効果を最大限に引き出すことができるとともに、めっき金属の使用量を少なくしてコストの低減を図ることができ、しかも、表面から突出した導電性金属間化合物による電極構造体の損傷を抑制することができる燃料電池用金属製セパレータおよびその製造方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の第1の燃料電池用金属製セパレータは、耐食性を有する表面に導電性介在物が露出し、その露出する導電性介在物上にのみ銀、銅、ニッケル、すずから選択される金属またはその合金の1種または2種以上が析出していることを特徴としている。

【0011】

また、本発明の第2の燃料電池用金属製セパレータは、耐食性を有する表面に導電性介在物が露出し、その露出する導電性介在物上にのみ白金および/またはパラジウムが析出していることを特徴としている。

【0012】

さらに、本発明の第3の燃料電池用金属製セパレータは、耐食性を有する表面に導電性介在物が露出し、その露出する導電性介在物上にのみ銀、銅、ニッケル、すずから選択される金属またはその合金の1種または2種以上と、白金および/またはパラジウムとが析出していることを特徴としている。

【0013】

上記構成の燃料電池用金属製セパレータにあっては、導電性介在物が導電経路を形成して接触抵抗を低減させる役割を果たす。そして、セパレータの表面から硬度の高い導電性介在物が突出している場合であっても、その表面がより軟質な金属で被覆されているから、金属が相手部材である電極構造体に対して緩衝材の機能を果たし、電極構造体表面の損傷が抑制される。また、本発明の燃料電池用金属製セパレータでは、セパレータの表面に露出する導電性介在物上にのみ金属が析出しているので、金属の使用量が少なく済み、コストの低減が図られる。特に、本発明の第1の燃料電池用金属製セパレータでは、卑金属を析出させているため、大幅なコスト低減を達成することができる。さらに、導電性介在物の表面には酸化被膜が存在しないので金属の密着性が格段に高く、このため、金属の剥離が抑えられて接触抵抗がより一層低減する。

【0014】

本発明の第2の燃料電池用金属製セパレータでは、白金および/またはパラジウムを析

10

20

30

40

50

出させているから、電極構造体と接触しない部位であるガス流通部に露出する部分が触媒機能を発揮する。すなわち、電極構造体の負極触媒層には白金等の触媒が含まれ、この触媒によって水素ガス等の燃料ガスがプロトン (H^+) と電子に分解される。したがって、セパレータに白金等を析出させることにより、燃料ガスが負極触媒層に接触する前の段階で反応させることができ、触媒効率を向上させることができる。また、本発明の第3の燃料電池用金属製セパレータでは、卑金属またはその合金と白金等とを析出させているので、製造コストを大幅に低減しつつ触媒機能を向上させることができる。

【0015】

本発明は、セパレータの表面から導電性介在物が突出している形態に限らず、突出せずにセパレータの表面に露出している形態も含む。導電性介在物が突出している形態によれば、導電性介在物が電極構造体に接触する割合が増大するので、接触抵抗をさらに低減させることができる。また、燃料電池の稼働時には電極構造体等からの溶出イオンにより pH 3 以下の腐食環境に曝されることがある。したがって、導電性介在物上に析出させる金属合金としては、導電性が多少損なわれるものの高い耐食性を有する Ni - B 合金や Ni - P 合金等のアモルファス金属が有効である。

【0016】

次に、本発明の第1の燃料電池用金属製セパレータの製造方法は、上記本発明のセパレータを好適に製造する方法であって、耐食性を有する表面から導電性介在物が露出する素材板の表面に、下地処理を施さず直接銀、銅、ニッケル、すずから選択される金属またはその合金の1種または2種以上のめっき、もしくは白金および/またはパラジウムのめっきを行うことにより、前記露出する導電性介在物上のみ銀、銅、ニッケル、すずから選択される金属またはその合金の1種または2種以上のめっき、もしくは白金および/またはパラジウムを析出させることを特徴としている。

【0017】

また、本発明の第2の燃料電池用金属製セパレータの製造方法は、耐食性を有する表面から導電性介在物が露出する素材板の表面に、下地処理を施さず直接銀、銅、ニッケル、すずから選択される金属またはその合金の1種または2種以上のめっきと、白金および/またはパラジウムのめっきとを行うことにより前記露出する導電性介在物上のみ銀、銅、ニッケル、すずから選択される金属またはその合金の1種または2種以上のめっきと、白金および/またはパラジウムを析出させることを特徴としている。

【0018】

本発明では、上記のように下地処理を施さず素材板の表面に直接金属めっきを行うことにより、金属めっきにピンホール等の欠陥があっても下地成分の溶出が起こらない。このため、金属めっきが剥離しにくくなり、低い接触抵抗が確保される。

【0019】

本発明の金属材料としては、導電経路を形成する導電性介在物が金属組織中に分散するステンレス鋼板が好適に用いられ、具体的には、例えば次の組成を有するステンレス鋼板が好適に用いられる。すなわち、C : 0.15 wt % 以下、Si : 0.01 ~ 1.5 wt %、Mn : 0.01 ~ 2.5 wt %、P : 0.035 wt % 以下、S : 0.01 wt % 以下、Al : 0.001 ~ 0.2 wt %、N : 0.3 wt % 以下、Cu : 0 ~ 3 wt %、Ni : 7 ~ 50 wt %、Cr : 17 ~ 30 wt %、Mo : 0 ~ 7 wt %、残部が Fe、B および不可避的不純物であり、かつ、Cr、Mo および B が次式を満足している。

$$Cr (wt \%) + 3 \times Mo (wt \%) - 2.5 \times B (wt \%) \geq 17$$

このステンレス鋼板によれば、B が、 M_2B および MB 型の硼化物、 $M_{2/3}(C, B)_6$ 型の硼化物として表面に析出し、これら硼化物が導電性介在物である。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、耐食性を有する表面に導電性介在物が露出し、その露出する導電性介在物上に選択的に金属が析出していることにより、電極構造体の損傷を抑制し、金属による接触抵抗の低減効果を最大限に引き出すことができるとともに、金属の使用量を少なく

10

20

30

40

50

してコストの低減が図られるといった効果を奏する。

【実施例】

【0021】

次に、本発明の実施例を説明する。

A．セパレータの製造

[実施例1]

表1に示す成分を有するオーステナイト系ステンレス鋼板を厚さ0.2mmまで圧延し、この圧延鋼から100mm×100mmの正形状の薄板を必要数切り出して得た。次に、これら薄板をプレス成形して、図1に示すようなセパレータの素材板を得た。この素材板は、中央に断面凹凸状の発電部を有し、その周囲に平坦な縁部を有している。また、この素材板は、成分中のBが、 M_2B およびMB型の硼化物、 $M_{23}(C,B)_6$ 型の硼化物として金属組織中に析出しており、これら硼化物がセパレータの表面に導電経路を形成する導電性介在物である。

10

【0022】

【表1】

(wt%)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	Al	N	B
0.073	0.28	0.13	0.015	0.001	0.11	10.1	20.9	2.03	—	—	0.08	0.030	0.60

20

【0023】

次いで、素材板の両面を不動態化处理して母材表面に強固な酸化被膜を形成した。不動態化处理は、素材板をアセトンで10分間脱脂洗浄後、50℃に保持した50wt%硝酸液浴の中に10分間浸漬することによって行った。不動態化处理後は常温水による10分間の洗浄を2回行い、この後、乾燥させた。次に、素材板の両面に銀めっきを行った。銀めっきは、25℃に保持し、電流密度が $1.2A/dm^2$ に設定されたシアン化銀(30g/L)、炭酸カリウム(45g/L)、フッ化カリウム(30g/L)、およびシアン化カリウム(20g/L)のめっき浴(pH11)に浸漬することにより行った。この場合、浸漬時間を1分、2分、3分、4分、7分、10分の6種類として、浸漬時間が長いほど単位面積当たりの銀の量が多くなるようにした。銀めっき後、常温水による10分間の水洗を2回行い、実施例1に係る6種類のセパレータを得た。実施例1の各セパレータは、導電性介在物が表面に突出していた。

30

【0024】

[実施例2]

銀めっきに代えて銅めっきを行った以外は実施例1と同じ条件で実施例2に係る6種類のセパレータを得た。実施例2の各セパレータも導電性介在物が表面に突出していた。銅めっきは、40℃に保持し、電流密度が $0.8A/dm^2$ に設定されたシアン化第1銅(20g/L)、遊離シアン化ナトリウム(25g/L)、炭酸ナトリウム(20g/L)、水酸化カリウム(0.5g/L)、およびロッセル塩(15g/L)のめっき浴(pH11)に浸漬することにより行った。この場合、浸漬時間を1分、2分、3分、4分、7分、10分の6種類として、浸漬時間が長いほど単位面積当たりの銅の量が多くなるようにした。銅めっき後、常温水による10分間の水洗を2回行った。

40

【0025】

[実施例3]

銀めっきに代えてニッケルめっきを行った以外は実施例1と同じ条件で実施例3に係る6種類のセパレータを得た。実施例3の各セパレータも導電性介在物が表面に突出していた。ニッケルめっきは、40℃に保持し、電流密度が $0.8A/dm^2$ に設定された硫酸ニッケル(250g/L)、塩化ニッケル(38g/L)、ホウ酸(30g/L)、硫酸コバルト(12g/L)、およびホルマリン(1.5g/L)のめっき浴(pH5.5)に浸漬することにより行った。この場合、浸漬時間を1分、2分、3分、4分、7分、1

50

0分の6種類として、浸漬時間が長いほど単位面積当たりのニッケルの量が多くなるようにした。ニッケルめっき後、常温水による10分間の水洗を2回行った。

【0026】

[実施例4]

銀めっきに代えてすすめっきを行った以外は実施例1と同じ条件で実施例4に係る6種類のセパレータを得た。実施例4の各セパレータも導電性介在物が表面に突出していた。すすめっきは、65に保持し、電流密度が 1.8 A/dm^2 に設定されたすす酸カリウム(120g/L)、全金属すす(40g/L)、水酸化カリウム(10g/L)、酢酸カリウム(5g/L)、および過酸化水素水(2g/L)のめっき浴(pH11)に浸漬することにより行った。この場合、浸漬時間を1分、2分、3分、4分、7分、10分の6種類として、浸漬時間が長いほど単位面積当たりのすすの量が多くなるようにした。すすめっき後、常温水による10分間の水洗を2回行った。

10

【0027】

[実施例5]

銀めっきに代えて白金めっきを行った以外は実施例1と同じ条件で実施例5に係る6種類のセパレータを得た。実施例5の各セパレータも導電性介在物が表面に突出していた。白金めっきは、70に保持し、電流密度が 1 A/dm^2 に設定された塩化白金酸(4g/L)、磷酸アンモニウム(20g/L)、および磷酸ナトリウム(100g/L)のめっき浴(pH7)に浸漬することにより行った。この場合、浸漬時間を1分、2分、3分、4分、7分、10分の6種類として、浸漬時間が長いほど単位面積当たりの白金の量が多くなるようにした。白金めっき後、常温水による10分間の水洗を2回行った。

20

【0028】

[実施例6]

銀めっきに代えてパラジウムめっきを行った以外は実施例1と同じ条件で実施例6に係る6種類のセパレータを得た。実施例6の各セパレータも導電性介在物が表面に突出していた。パラジウムめっきは、40に保持し、電流密度が 0.4 A/dm^2 に設定されたジアミノ亜硝酸パラジウム(4g/L)、硝酸アンモニウム(100g/L)、および亜硝酸ナトリウム(10g/L)のめっき浴(pH9)に浸漬することにより行った。この場合、浸漬時間を1分、2分、3分、4分、7分、10分の6種類として、浸漬時間が長いほど単位面積当たりのパラジウムの量が多くなるようにした。パラジウムめっき後、常温水による10分間の水洗を2回行った。

30

【0029】

[比較例1]

銀めっきを行わなかった以外は実施例1と同じ条件で比較例1に係るセパレータを得た。

【0030】

[比較例2]

材料を表面に導電性介在物が突出していないSUS316Lとし、かつ、不動態化処理の代わりに、素材板をアセトンで10分間脱脂洗浄後、30、10%塩酸中で10分間浸漬し表面の酸化被膜を除去する処理を行い、銀めっきに代えて金めっきを行った以外は、上記実施例1と同様にして、比較例2の6種類のセパレータを得た。金めっきは、30に保持し、電流密度が 0.1 A/dm^2 に設定された青化金(3g/L)のめっき浴に浸漬することにより行った。この場合、浸漬時間を1分、2分、3分、4分、7分、10分の6種類として、浸漬時間が長いほど単位面積当たりの金の量が多くなるようにした。金めっき後、常温水による10分間の水洗を2回行い、比較例2に係る6種類のセパレータを得た。

40

【0031】

B. 表面の観察

実施例1~6の6種類のセパレータのうち、めっき処理の時間が10分のものの表面を顕微鏡で観察した。図2~図7はそのSEM写真であり、めっきによって、母材表面に分

50

散して突出する導電性介在物上に粒子状の金属が優先的に析出していることが判る。

【0032】

C．単位面積あたりの金の量の測定

実施例1～6および比較例2の各6種類のセパレータにつき、単位面積あたりのめっき金属の量を、次のようにして測定した。実施例1～6および比較例2のセパレータを王水に溶解させ、その溶液中に含まれる金の量を誘導結合プラズマ発光分光分析装置（セイコー電子工業製 S P S - 4 0 0 0 型）を用いて定量分析し、その値から単位面積あたりの金の量を算出した。

【0033】

D．初期の接触抵抗の測定

実施例1～6および比較例2の6種類のセパレータと比較例1のセパレータにつき、次の方法で初期の接触抵抗を測定した。2枚のセパレータで電極構造体のガス拡散層の表面を構成するカーボンペーパーを挟み、これを2枚の電極板で挟み、さらに電極板に対するセパレータの面圧が 5 kg/cm^2 になるように荷重をかけ、試験体をセットした。そして、2枚の電極板間に電流を流し、セパレータ間の電圧降下から接触抵抗を求めた。

【0034】

図8～図13は、以上のようにして測定した単位面積あたりのめっき金属の量と初期の接触抵抗との関係を示すグラフである。ニッケルめっきとすずめっきの場合（実施例3，4）を除き、めっき金属が比較例2の金めっきと同量では実施例1，2，5，6のセパレータの方が接触抵抗が低いことが認められた。また、単位面積当たりのめっき金属の量が 0.0026 mg/cm^2 確保されていれば、接触抵抗を大幅に低減させることができることが判った。なお、実施例3，4では、比較例2よりも接触抵抗が高くなったが、十分に許容範囲であり、それを凌駕するコスト低減の効果がある。また、めっきを行わなかった比較例1（B-SUS）と実施例1～6の接触抵抗の差は歴然としている。

【0035】

E．長時間通電後の接触抵抗の測定

単位面積当たりの銀の量が 0.018 mg/cm^2 の実施例1、単位面積当たりの銅の量が 0.020 mg/cm^2 の実施例2、および比較例1のセパレータを用いて、電極板に対するセパレータの面圧を 5 kg/cm^2 に設定した試験体をそれぞれセットし、初期および1000時間通電後の接触抵抗を上記と同じ方法で測定した。その結果を表2に示す。

【0036】

【表2】

接触抵抗 ($\text{m}\Omega \cdot \text{cm}^2$)

	実施例1	実施例2	比較例1
初期	6.66	7.76	22
通電後	7.51	9.86	45

【0037】

表2から明らかのように、実施例1，2のセパレータでは、1000時間通電後も接触抵抗はほとんど増大しなかったが、比較例1のセパレータによると1000時間通電後には接触抵抗の増大が認められた。これは、比較例1のセパレータでは導電性介在物が表面から突出していながらめっきが施されていないため、電極構造体の表面が損傷を受けたためである。

【0038】

F．セル電圧の測定

単位面積当たりの白金の量が 0.0092 mg/cm^2 の実施例5、単位面積当たりのパラジウムの量が 0.0108 mg/cm^2 の実施例6、単位面積当たりの金の量が0.

10

20

30

40

50

0.202 mg / cm² の比較例 2 および比較例 1 のセパレータを用いて燃料電池を組み立て、発電試験を行った。発電時の電流値とセル電圧との関係を図 14 および図 15 に示す。

【0039】

図 14 および図 15 に示すように、実施例 14, 15 のセパレータを用いた燃料電池では、いずれも電流値に対するセル電圧が比較例 1, 2 よりも高い。これらの結果から、本発明のセパレータは発電性能が優れていることが確認された。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図 1】本発明の実施例で製造されるセパレータの写真である。 10

【図 2】実施例 1 のセパレータの SEM 写真である。

【図 3】実施例 2 のセパレータの SEM 写真である。

【図 4】実施例 3 のセパレータの SEM 写真である。

【図 5】実施例 4 のセパレータの SEM 写真である。

【図 6】実施例 5 のセパレータの SEM 写真である。

【図 7】実施例 6 のセパレータの SEM 写真である。

【図 8】実施例 1 および比較例 2 のセパレータにおける単位面積当たりの金属の量と接触抵抗との関係を示すグラフである。

【図 9】実施例 2 および比較例 2 のセパレータにおける単位面積当たりの金属の量と接触抵抗との関係を示すグラフである。 20

【図 10】実施例 3 および比較例 2 のセパレータにおける単位面積当たりの金属の量と接触抵抗との関係を示すグラフである。

【図 11】実施例 4 および比較例 2 のセパレータにおける単位面積当たりの金属の量と接触抵抗との関係を示すグラフである。

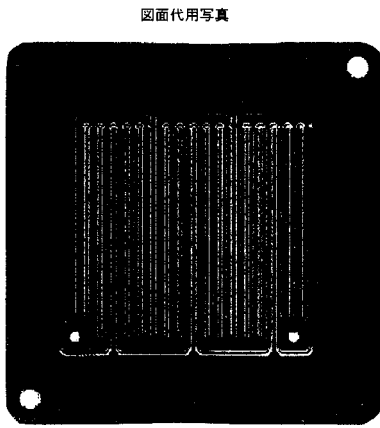
【図 12】実施例 5 および比較例 2 のセパレータにおける単位面積当たりの金属の量と接触抵抗との関係を示すグラフである。

【図 13】実施例 6 および比較例 2 のセパレータにおける単位面積当たりの金属の量と接触抵抗との関係を示すグラフである。

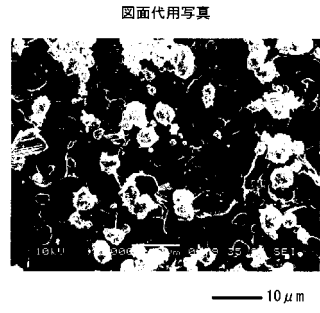
【図 14】実施例 5 および比較例 1, 2 のセパレータを用いた燃料電池における電流値とセル電圧との関係を示すグラフである。 30

【図 15】実施例 6 および比較例 1, 2 のセパレータを用いた燃料電池における電流値とセル電圧との関係を示すグラフである。

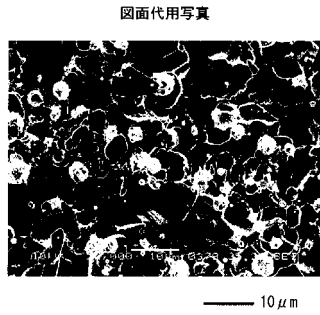
【 図 1 】



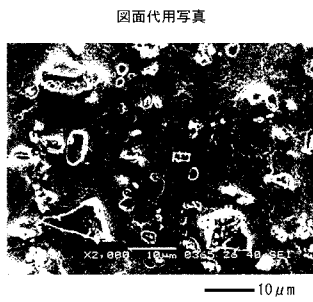
【 図 2 】



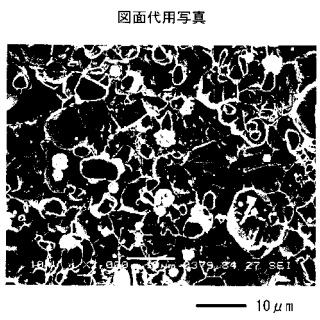
【 図 3 】



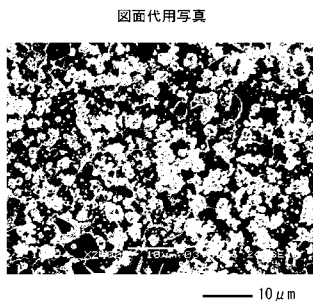
【 図 4 】



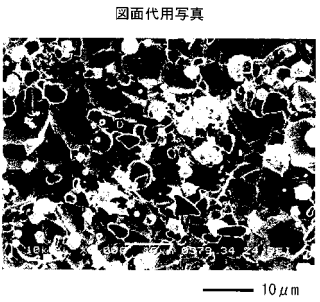
【 図 6 】



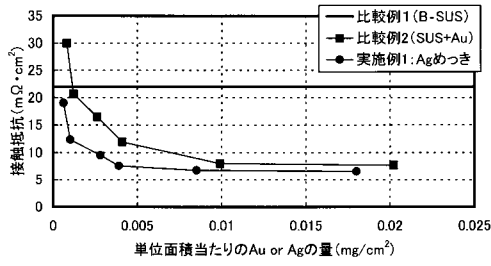
【 図 5 】



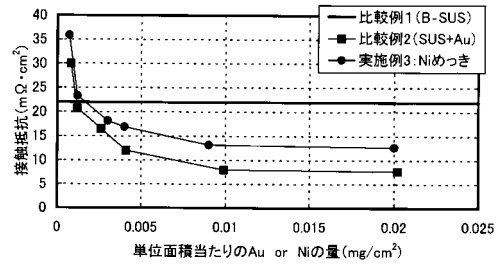
【 図 7 】



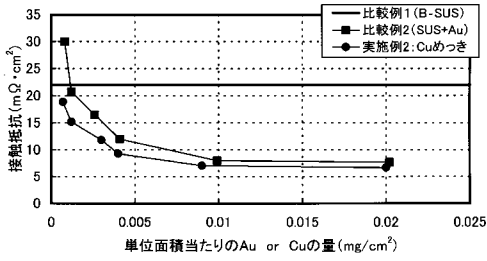
【 図 8 】



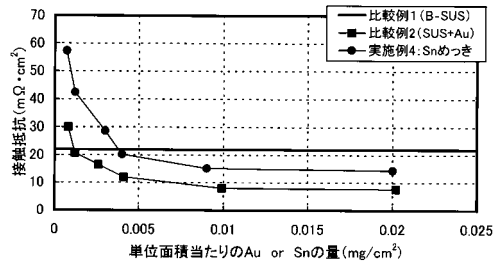
【 図 10 】



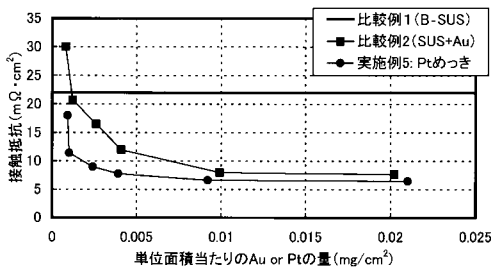
【 図 9 】



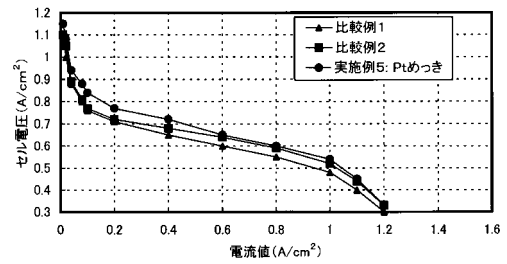
【 図 11 】



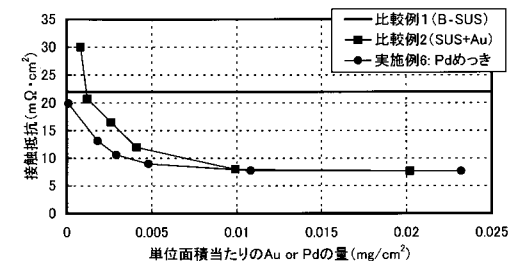
【 図 12 】



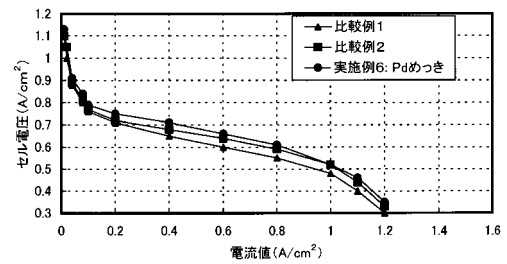
【 図 14 】



【 図 13 】



【 図 15 】



フロントページの続き

- (72)発明者 大谷 輝幸
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 桑山 貴司
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 高井 貴裕
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

審査官 山内 達人

- (56)参考文献 特開2001-214286(JP,A)
特開2002-260681(JP,A)
特開2003-297378(JP,A)
特開2003-187829(JP,A)
特開2004-071321(JP,A)
国際公開第03/028134(WO,A1)
国際公開第02/038828(WO,A1)

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