

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-168401
(P2017-168401A)

(43) 公開日 平成29年9月21日(2017.9.21)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
HO 1 M	8/0202	(2016.01)	HO 1 M	8/02		B	5H026
C 2 2 C	38/00	(2006.01)	C 2 2 C	38/00	3 0 2 Z		5H126
C 2 2 C	38/26	(2006.01)	C 2 2 C	38/26			
C 2 2 C	38/48	(2006.01)	C 2 2 C	38/48			
HO 1 M	8/10	(2016.01)	HO 1 M	8/10			

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2016-55114 (P2016-55114)
(22) 出願日 平成28年3月18日 (2016.3.18)

(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(74) 代理人 100091096
弁理士 平木 祐輔
(74) 代理人 100105463
弁理士 関谷 三男
(74) 代理人 100129861
弁理士 石川 滝治
(72) 発明者 河野 崇
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72) 発明者 五十嵐 昌夫
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

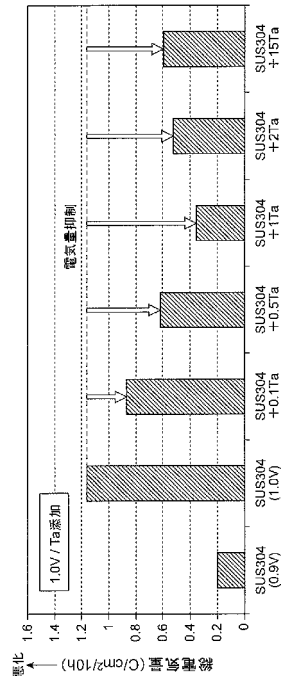
(54) 【発明の名称】 燃料電池用のメタルセパレータ

(57) 【要約】

【課題】 高電位下においても優れた耐食性を有する燃料電池用のメタルセパレータを提供する。

【解決手段】 膜電極接合体を両側から挟持する燃料電池用のメタルセパレータであって、メタルセパレータは、Feを主成分とし、Crを10質量%以上含有する母材を有し、母材は、0.1~15質量%のTa、0.1~15質量%のV、4~10質量%のSnの少なくともいずれか一種をさらに含んでいる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

膜電極接合体を両側から挟持する燃料電池用のメタルセパレータであって、前記メタルセパレータは、Feを主成分とし、Crを10質量%以上含有する母材を有し、前記母材は、0.1～15質量%のTa、0.1～15質量%のV、4～10質量%のSnの少なくともいずれか一種をさらに含んでいる燃料電池用のメタルセパレータ。

【請求項2】

前記母材は、Crを10～19質量%、Niを0～13質量%含んでいる請求項1に記載の燃料電池用のメタルセパレータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池用のメタルセパレータに関するものである。

【背景技術】

【0002】

固体高分子型燃料電池の燃料電池セルは、イオン透過性の電解質膜と、該電解質膜を挟持するアノード側およびカソード側の各電極触媒層（電極触媒）とから構成される膜電極接合体（MEA：Membrane Electrode Assembly）を備え、各電極触媒層の外側にはガス流れの促進と集電効率を高めるためのガス拡散層（GDL）を備え、このガス拡散層の外側にメタルセパレータを備えている。このメタルセパレータは、各燃料電池セルを画成するとともにその溝流路にてガスや冷却媒体を流す作用を奏する。燃料電池は、所要電力に応じた基数の燃料電池セルがスタックされることによって形成されている。

【0003】

上記する燃料電池では、アノード電極に燃料ガスとして水素ガス等が提供され、カソード電極には酸化剤ガスとして酸素や空気が提供され、各電極では、固有のガス流路層（エキスパンドメタルや金属発泡焼結体等）もしくはメタルセパレータを介して面内方向にガスが流れ、次いでガス拡散層にて拡散されたガスが電極触媒層に導かれて電気化学反応がおこなわれる。

【0004】

メタルセパレータに関してより詳細に説明すれば、その一方側にガスを流す溝流路が直線形状や蛇行形状で形成され、その他方側には冷却媒体を流す溝流路が形成されており、たとえば膜電極接合体側（ガス拡散層側）に対向するメタルセパレータ側面の溝流路を面内方向に酸化剤ガスや燃料ガスが流れ、この面内方向へ流れる過程でガス拡散層へ酸化剤ガスや燃料ガスが提供され、ガス拡散層を介して膜電極接合体に酸化剤ガスや燃料ガスが拡散供給されるようになっている。

【0005】

また、ガス流路層が分離された、いわゆるフラットタイプのメタルセパレータにおいては、2枚のプレートの間に流路が形成された中間層（中間プレート等）が介層された3層構造の形態や、中間層をメタル製や樹脂製の枠材とし、2枚のプレート的一方から多数のディンプルや流路を画成するリップを突出させて冷却媒体流路を形成するものなどがある（このような構造も3層構造のメタルセパレータに含めることができる）。このような形態のメタルセパレータは、当該燃料電池セル自体のアノード側もしくはカソード側のいずれか一方のメタルセパレータであると同時に、燃料電池セルがスタックされた状態において、隣接する燃料電池セルのアノード側もしくはカソード側の他方のメタルセパレータにもなっている。

【0006】

上記するメタルセパレータは、酸性の生成水と接触し、さらには高電位の付加を受けることにより、孔食によるガス漏れおよび冷却水漏れといった課題や、金属イオン溶出による電解質膜の劣化といった課題を内在しており、このことから、メタルセパレータの素材として耐食性の高いステンレス鋼が適用される場合が多い。

10

20

30

40

50

【0007】

しかしながら、燃料電池セルの出力向上や燃費向上のためにさらなる高電位化が図られた場合（たとえば、0.9Vから1.0V以上に高電位化）、一般的なステンレス鋼のクロム酸化皮膜だけでは、当該クロム酸化皮膜の溶解によって耐食性が担保できない可能性がある。

【0008】

このことを図13を参照して説明する。図13は、ステンレスJIS規格SUS304、JIS規格SUS447、日本冶金工業（株）製品規格NAS354（以下番号のみにて表記することがある）が電位0.9Vの場合の総電気量（金属溶出量）と、電位1.0Vの総電気量に関する本発明者等による実験結果を示したものである。

【0009】

図13からも明らかのように、電位0.9Vまではメタルセパレータの高合金化にて金属溶出が抑制できていたものが、電位1.0Vになることでメタルセパレータの高合金化によっても金属溶出の抑制が困難になる。

【0010】

この原因は、電位が0.9Vを超える高電位になると、ステンレス鋼の表面を覆っているクロムや鉄の酸化皮膜が安定的に生成できないためである。

【0011】

たとえば、図14、15はそれぞれ、クロムと鉄のpHと電位の相関図（エリンガム図）であってそれぞれの使用可能性のある領域を示している。

【0012】

図14、15からも明らかのように、クロム、鉄ともに、使用可能性のある領域のうち、特に高い電位の領域において、酸化皮膜によって防食を期待できる領域を逸脱する領域が存在している。

【0013】

そこで、メタルセパレータに表面処理を施すことで防食を図る方策が考えられるが、表面処理をおこなうとメタルセパレータの表面に傷付きや欠陥発生などの新たな問題が生じ、メタルセパレータの品質低下の危険性があって好ましくない。

【0014】

ここで、特許文献1には、燃料電池用のセパレータに関し、セパレータの表面に不働態皮膜を容易に形成する金属材料としてステンレス鋼やチタン合金を適用する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0015】

【特許文献1】特開平8-180883号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

特許文献1に開示される燃料電池用のセパレータによれば、金属材料にステンレス鋼等を適用することでセパレータの表面に不働態皮膜を容易に形成できるとしている。しかしながら、上記するように、高電位付加条件下では、ステンレス鋼の表面を覆うクロムや鉄の酸化皮膜を安定的に生成できず、そのために金属溶出を抑制できなくなり、十分な耐食性を得ることができない。

【0017】

本発明は上記する問題に鑑みてなされたものであり、高電位下においても優れた耐食性を有する燃料電池用のメタルセパレータを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0018】

前記目的を達成すべく、本発明による燃料電池用のメタルセパレータは、膜電極接合体を両側から挟持する燃料電池用のメタルセパレータであって、前記メタルセパレータは、

10

20

30

40

50

Feを主成分とし、Crを10質量%以上含有する母材を有し、前記母材は、0.1～15質量%のTa、0.1～15質量%のV、4～10質量%のSnの少なくともいずれか一種をさらに含んでいるものである。

【0019】

本発明の燃料電池用のメタルセパレータは、Feを主成分とし、Crを10質量%以上含有する母材において、該母材が、0.1～15質量%のTa、0.1～15質量%のV、4～10質量%のSnの少なくともいずれか一種をさらに含んでいることにより、1.0V程度かそれ以上の高電位下において金属溶出が効果的に抑制でき、耐食性に優れたメタルセパレータである。

【0020】

Ta、V、Snをそれぞれ上記数値範囲内で母材に含有させた場合、Ta、V、Snは不働態皮膜中に濃化して当該不働態皮膜を強化し、このことにより、1.0V程度かそれ以上の高電位下におけるメタルセパレータの耐食性及び耐孔食性を向上させることができる。

【0021】

また、本発明の燃料電池用のメタルセパレータの他の実施の形態として、前記母材がCrを10～19質量%、Niを0～13質量%含んでいる。

【0022】

金属溶出の問題としては、メタルセパレータの全体的な金属溶出（腐食）の他にも、ハロゲンイオンによる局所的な金属溶出（孔食）もある。Crの含有量が高い場合、Ta、V、Snといった添加元素がなくても耐孔食性は良好になるものの、Cr含有量が高くなるにつれて材料コストが高価になる。なお、Crの含有量が高く、Ta、V、Snといった添加元素がない場合に、メタルセパレータの全体的な腐食を抑制するのは難しい。

【0023】

また、Niの含有量に関し、Niの含有量が多くなるにつれてメタルセパレータの加工性が良好になるものの、その一方で材料コストが高価になる。

【0024】

そこで、母材がCrを10～19質量%の範囲で含有し、Niを0～13質量%で含有しながら、上記数値範囲のTa、V、Snといった添加元素を含有することで、メタルセパレータの全体的な腐食と局所的な孔食の双方を可及的安価な材料コストの下で抑制することができる。

【発明の効果】

【0025】

以上の説明から理解できるように、本発明の燃料電池用のメタルセパレータによれば、Feを主成分とし、Crを10質量%以上含有する母材において、該母材が、0.1～15質量%のTa、0.1～15質量%のV、4～10質量%のSnの少なくともいずれか一種をさらに含んでいることにより、1.0V程度かそれ以上の高電位下における耐食性、および耐孔食性に優れたメタルセパレータとなる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】電位1.0V下における、Ta添加の有無とメタルセパレータの金属溶出量に関する実験結果を示した図である。

【図2】電位1.0V下における、V添加の有無とメタルセパレータの金属溶出量に関する実験結果を示した図である。

【図3】電位1.0V下における、Sn添加の有無とメタルセパレータの金属溶出量に関する実験結果を示した図である。

【図4】V酸化皮膜のpH-電位図（エリンガム図）を示した図である。

【図5】Sn酸化皮膜のpH-電位図（エリンガム図）を示した図である。

【図6】（a）は電位1.0V下における、V添加の有無とメタルセパレータの金属溶出量に関する実験結果を示した図であり、（b）は電位1.0V下における、V、Ta、Sn添加の有無とメタルセパレータの金属溶出量に関する実験結果を示した図である。

【図7】電位1.0V下における、Ta、V、Sn添加の有無とメタルセパレータの金属溶出量に関する実験結果を示した図である。

10

20

30

40

50

【図8】XPSを用いた耐久試験前後の不働態皮膜の組成分析結果を示した図であって、(a)は耐久試験前の不働態皮膜の組成分析結果を示した図であり、(b)は耐久試験後の不働態皮膜の組成分析結果を示した図である。

【図9】電位1.1V下における、Ta添加の有無とメタルセパレータの金属溶出量に関する実験結果を示した図である。

【図10】電位1.1V下における、V添加の有無とメタルセパレータの金属溶出量に関する実験結果を示した図である。

【図11】電位1.1V下における、Sn添加の有無とメタルセパレータの金属溶出量に関する実験結果を示した図である。

【図12】(a)はV添加の有無と孔食電位に関する実験結果を示した図であり、(b)はTa添加の有無及びV添加の有無と孔食電位に関する実験結果を示した図である。

【図13】ステンレス304、447、354が電位0.9Vの場合の総電気量(金属溶出量)と、電位1.0Vの総電気量に関する実験結果を示した図である。

【図14】Cr酸化皮膜のpH-電位図(エリンガム図)を示した図である。

【図15】Fe酸化皮膜のpH-電位図(エリンガム図)を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

(燃料電池用のメタルセパレータの実施の形態)

以下、図面を参照して本発明の燃料電池用のメタルセパレータの実施の形態を説明する。

【0028】

本発明の燃料電池用のメタルセパレータは、膜電極接合体を両側から挟持する燃料電池用のメタルセパレータであり、このメタルセパレータは、Feを主成分とし、Crを10質量%以上含有する母材を有し、該母材はさらに、0.1~15質量%のTa、0.1~15質量%のV、4~10質量%のSnの少なくともいずれか一種を含んでいる。

【0029】

ここで、「少なくともいずれか一種を含んでいる」とは、0.1~15質量%のTa、0.1~15質量%のV、4~10質量%のSnのいずれかを含んでいる形態、0.1~15質量%のTa、0.1~15質量%のV、4~10質量%のSnのいずれか二種を含んでいる形態、0.1~15質量%のTa、0.1~15質量%のV、4~10質量%のSnの三種を含んでいる形態の全てを包含する意味である。

【0030】

補足的に記載すると、膜電極接合体を構成する電解質膜は、スルホン酸基やカルボニル基を持つフッ素系イオン交換膜、置換フェニレンオキサイドやスルホン化ポリアリールエーテルケトン、スルホン化ポリアリールエーテルスルホン、スルホン化フェニレンスルファイドなどの非フッ素系のポリマーなどからなり、電極触媒層はPtやその合金からなる触媒をカーボン等に担持させた多孔質素材からなる。

【0031】

図示を省略するが、メタルセパレータの形態としては、燃料ガスや酸化剤ガスが流通する溝流路を備えた一層構造の形態のほか、2枚のプレートの間に流路が形成された中間層(中間プレート等)が介層された3層構造の形態などがある。

【0032】

メタルセパレータの母材は、Feを主成分とし、Crを10質量%以上含有しているが、より詳細には、Crを10~19質量%、Niを0~13質量%含んでいるのが好ましい。

【0033】

メタルセパレータの母材が、0.1~15質量%のTa、0.1~15質量%のV、4~10質量%のSnの少なくともいずれか一種を含んでいることにより、1.0V程度かそれ以上の高電位下におけるメタルセパレータ全体の耐食性や、メタルセパレータの局所的な耐孔食性の双方に優れたメタルセパレータとなることが以下で説明する本発明者等による各種の実験結果から分かっている。

【0034】

10

20

30

40

50

(耐食性に関する実験(その1)とその結果)

本発明者等は、高電位下における、Ta添加の有無、V添加の有無およびSn添加の有無とメタルセパレータの金属溶出量(メタルセパレータ全体の耐食性)に関する実験をおこなった。ここで、使用したメタルセパレータはSUS304からなり、その母材はFeを主成分とし、Crを19質量%、Niを8質量%含んでおり、さらに、Ta、V、Snのいずれか一種を所定量含んでいる。以下、元素記号の前の数値は、質量%を意味する。

【0035】

実験方法は、 $\text{pH}3.0 \pm 0.1$ の硫酸にハロゲンイオンを添加して700mlの溶液を製作し、この溶液を80 に加熱して各試験体を浸漬し、試験体に所定の電位を10時間付加した際の総電気量(金属溶出量)を北斗電工製のポテンショスタットHZ-5000にて測定した。

10

【0036】

ここで、試験体と付加電位に関しては、19Cr-8Niのステンレス304に対して0.9Vと1.0V(V_{VSHE} :標準水素電極電位)を付加したケース、19Cr-8Niのステンレス304に対してTaを0.1質量%含有した試験体、Taを0.5質量%含有した試験体、Taを1質量%含有した試験体、Taを2質量%含有した試験体、Taを15質量%含有した試験体に対してそれぞれ電位1.0Vを付加し、各ケースの総電気量(評価面積 1cm^2)を測定した。その結果を図1に示す。

【0037】

また、19Cr-8Niのステンレス304に対してVを0.1質量%含有した試験体、Vを0.5質量%含有した試験体、Vを1質量%含有した試験体、Vを2質量%含有した試験体、Vを5質量%含有した試験体、Vを10質量%含有した試験体、Vを15質量%含有した試験体に対してそれぞれ電位1.0Vを付加し、各ケースの総電気量を測定した。その結果を図2に示す。

20

【0038】

さらに、19Cr-8Niのステンレス304に対してSnを3質量%含有した試験体、Snを5質量%含有した試験体、Snを10質量%含有した試験体に対してそれぞれ電位1.0Vを付加し、各ケースの総電気量を測定した。実験結果を図3に示す。

【0039】

図1より、メタルセパレータに対してTaを0.1~15質量%含有させると、電位1.0Vにおける総電気量(金属溶出量)を、Taを具備しないメタルセパレータの総電気量の30~50%程度まで低減できることが実証されている。

【0040】

この実験結果より、メタルセパレータの母材には、0.1~15質量%のTaを含有させるのがよいことが分かる。

30

【0041】

また、図2より、Vを0.1~15質量%含有させると、電位1.0Vにおける総電気量(金属溶出量)を、Vを具備しないメタルセパレータの総電気量の30~90%程度まで低減できることが実証されている。

【0042】

この実験結果より、メタルセパレータの母材には、0.1~15質量%のVを含有させるのがよいことが分かる。

【0043】

さらに、図3より、Snを4~10質量%含有させると、電位1.0Vにおける総電気量(金属溶出量)を、Snを具備しないメタルセパレータの総電気量の40~60%程度まで低減できることが実証されている。

40

【0044】

なお、同図より、Sn3質量%では効果がないものの、Sn5質量%で十分な効果が得られていることから、メタルセパレータの母材には、4~10質量%のSnを含有させるのがよいことが分かる。

【0045】

図4、5にはそれぞれ、V酸化皮膜とSn酸化皮膜の各pH-電位図(エリンガム図)を示している。

50

【 0 0 4 6 】

図 4 より、Vを0.1～15質量%含有させてなるバナジウム酸化皮膜によって防食を期待できる領域は、特にpH2～5の高酸性領域で1.1V程度の高電位領域までの使用可能性のある領域をカバーできることが実証されている。

【 0 0 4 7 】

一方、Snを5～10質量%含有させてなるわず酸化皮膜によって防食を期待できる領域は、pH2～7の酸性領域で1.1V程度の高電位領域までの使用可能性のある領域を完全にカバーできることが実証されている。

【 0 0 4 8 】

本実験結果より、メタルセパレータの母材には、0.1～15質量%のTa、0.1～15質量%のV、4～10質量%のSnの少なくともいずれか一種を含有することとした。

10

【 0 0 4 9 】

(耐食性に関する実験(その2)とその結果)

次に、10Cr-0NiのSUS409を使用し、Vのみを含む試験体と、Ta、Sn、Vの全てを含む試験体の電位1.0V下における総電気量を検証する実験をおこなった。なお、実験方法は上記実験(その1)と同様である。Vのみを含む試験体による実験結果を図6(a)に、Sn、Ta、Vの全てを含む試験体による実験結果を図6(b)にそれぞれ示す。

【 0 0 5 0 】

図6(a)より、10Cr-0NiのSUS409に対しても、Vを5質量%、15質量%含有したメタルセパレータでは電気量抑制効果が得られることが分かる。

20

【 0 0 5 1 】

また、図6(b)より、Taを2質量%、Snを5質量%、Vを15質量%含有したメタルセパレータは、Vを15質量%含有したメタルセパレータよりも電気量抑制効果が高いことが分かり、Ta、Sn、Vの三種が含有されるメタルセパレータが高い電気量抑制効果を奏することが実証されている。

【 0 0 5 2 】

(耐食性に関する実験(その3)とその結果)

次に、19Cr-8NiのSUS304にNiを5質量%追加して19Cr-13NiとしたNi含有量の高い母材の場合においても、Ta、Sn、Vを含有することによる電気量抑制効果の有無を検証した。実験結果を図7に示す。

30

【 0 0 5 3 】

図7より、Niの含有量が高い試験体に関し、Ta、Sn、Vのいずれを含有した場合でも高付加電位1.0V下において電気量抑制効果が奏されることが分かる。

【 0 0 5 4 】

(耐久試験前後の不働態皮膜の組成分析試験とその結果)

本発明者等は、19Cr-8Niのステンレス304に5Taを含有したメタルセパレータに対し、XP S(X-ray Photoelectron Spectroscopy)を用いて、耐久試験前後の不働態皮膜の組成分析をおこなった。図8(a)は耐久試験前の不働態皮膜の組成分析結果を示した図であり、図8(b)は耐久試験後の不働態皮膜の組成分析結果を示した図である。

40

【 0 0 5 5 】

組成中の酸素含有量が30atomic%以上の範囲を不働態皮膜とし、30atomic%未満の範囲を母材としている。

【 0 0 5 6 】

図8(a)より、耐久試験前では表層5nm程度までが不働態皮膜であるのに対して、図8(b)より、耐久試験後では表層100nmの全領域が不働態皮膜となり、さらに、不働態皮膜中にTaが濃化していることが分かる。

【 0 0 5 7 】

この耐久試験前後のメタルセパレータに対し、付加電位1.1Vを10時間付加した際の総電気量を測定した。測定結果を図9～11に示す。

【 0 0 5 8 】

50

図9より、耐久試験前のメタルセパレータ（Taが濃化する前のメタルセパレータ）の総電気量が $2.3\text{C}/\text{cm}^2/10\text{h}$ に対し、耐久試験後のメタルセパレータ（Taが濃化した後のメタルセパレータ）の総電気量は $0.76\text{C}/\text{cm}^2/10\text{h}$ と30%程度にまで抑制されることが分かる。

【0059】

また、図10より、同様にステンレス304に5V、15Vを含有したもので同様の試験を行った結果、総電気量はそれぞれ、 0.92 、 $1.34\text{C}/\text{cm}^2/10\text{h}$ に抑制されることが分かる。

【0060】

さらに、図11より、同様にステンレス304に10Snを含有したもので同様の試験を行った結果、総電気量は $0.58\text{C}/\text{cm}^2/10\text{h}$ に抑制されることが分かる。

【0061】

（耐孔食性を検証した実験とその結果）

次に、本発明者等は、VやTaを母材に含有することによる、メタルセパレータの耐孔食性向上の有無を検証する実験をおこなった。

【0062】

実験方法は、水に硫酸を添加して $\text{pH}3.0 \pm 0.1$ の溶液を製作し、この溶液にハロゲンイオンを添加し、溶液を80 に加熱し、この溶液に各試験体を浸漬し、電位を徐々に高めていった際に電流密度が急激に上がる電位を孔食電位として測定した。図12（a）はV添加の有無と孔食電位に関する実験結果を示した図であり、図12（b）はTa添加の有無及びV添加の有無と孔食電位に関する実験結果を示した図である。

【0063】

図12（a）より、19Cr-8Ni のSUS304の孔食電位が0.5V程度であるのに対して、Vを5質量%含有したメタルセパレータでは孔食電位が0.8V程度まで高まることが分かる。なお、図12（a）では、参考のために30CrのSUS447の孔食電位（1.14V程度）も示している。

【0064】

一方、図12（b）より、Taを1質量%含有したメタルセパレータでは孔食電位が1.0V程度と高まることが分かり、Vを15質量%含有したメタルセパレータでは孔食電位がないこと、すなわち孔食が生じないことが分かる。以上の実験結果を以下の表1に示す。

【0065】

10

20

【表 1】

供試材名	化学成分						電気量(C/cm ² /10h)			孔食電位 (VvsAg/AgCl)
	Cr	Ni	Mo	Sn	Ta	V	0.9VvsSHE	1.0VvsSHE	1.1VvsSHE	
SUS304	19	8	0	0	0	0	0.20	1.17	2.29	0.52
SUS304+5Ni	19	13	0	0	0	0	0.07	0.81	3.55	-
NAS354N	23	35	7.5	0	0	0	0.03	3.48	-	1.40 over
SUS409L	10	0	0	0	0	0	-	0.81	-	-
SUS447J1L	30	0	2	0	0	0	0.09	1.49	1.47	1.14
No.1	19	8	0	3	0	0	-	1.18	-	-
No.2	19	8	0	5	0	0	-	0.52	-	-
No.3	19	8	0	10	0	0	-	0.75	0.58	-
No.4	19	8	0	0	1	0	0.04	0.36	-	0.97
No.5	19	8	0	0	2	0	-	0.53	-	-
No.6	19	8	0	0	5	0	-	-	0.76	-
No.7	19	8	0	0	15	0	0.02	0.60	-	0.91
No.8	19	8	0	0	0	1	0.13	0.43	-	0.62
No.9	19	8	0	0	0	2	-	0.53	-	-
No.10	19	8	0	0	0	5	-	-	0.92	0.83
No.11	19	8	0	0	0	10	-	0.54	-	-
No.12	19	8	0	0	0	15	0.07	1.04	1.34	1.40 over
No.13	10	0	0	0	0	5	-	0.29	-	0.46
No.14	10	0	0	0	0	15	-	0.43	-	-
No.15	10	0	0	0	0	20	-	-	1.40	-
No.16	10	0	0	5	2	15	-	0.23	-	0.69
No.17	19	13	0	5	0	0	-	0.71	-	-
No.18	19	13	0	0	2	0	-	0.60	-	-
No.19	19	13	0	0	0	5	-	0.43	-	-

【 0 0 6 6 】

以上の各種実験より、メタルセパレータの母材が、0.1~15質量%のTa、0.1~15質量%のV、4~10質量%のSnの少なくともいずれか一種を含んでいることにより、優れた電気量抑

10

20

30

40

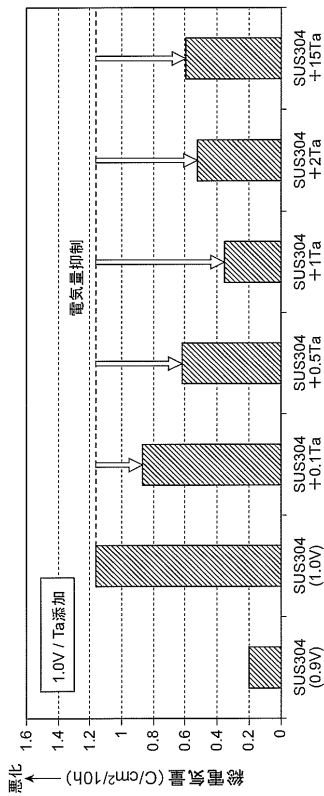
50

制効果を奏してメタルセパレータ全体の耐食性が向上するとともに、耐孔食性にも優れたメタルセパレータとなることが実証されている。

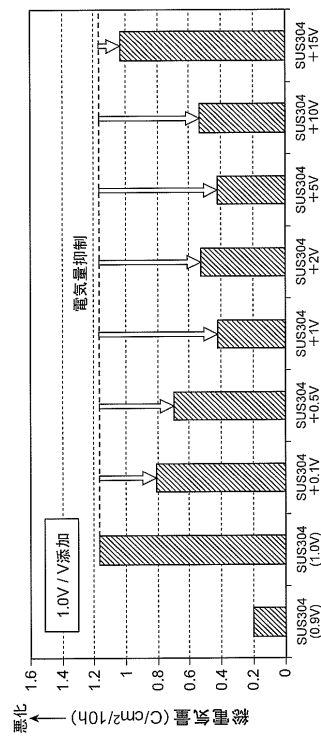
【 0 0 6 7 】

以上、本発明の実施の形態を図面を用いて詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲における設計変更等があったとしても、それらは本発明に含まれるものである。

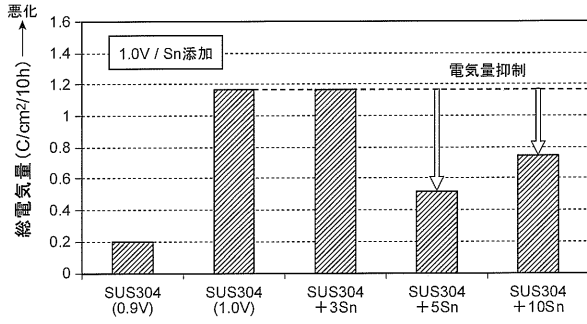
【 図 1 】



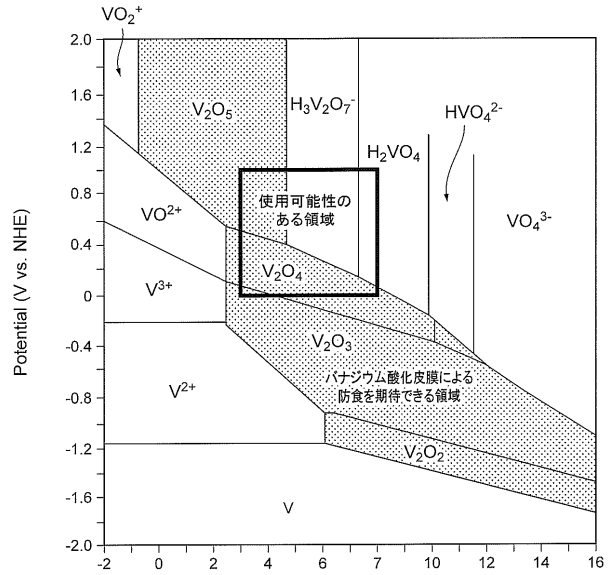
【 図 2 】



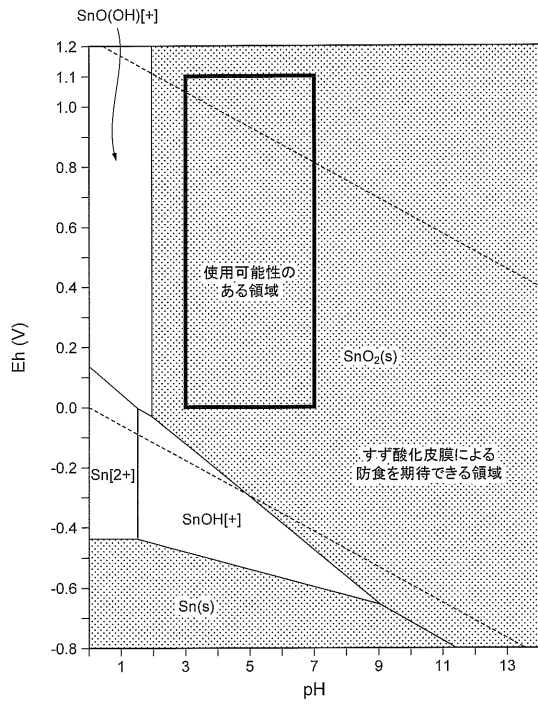
【 図 3 】



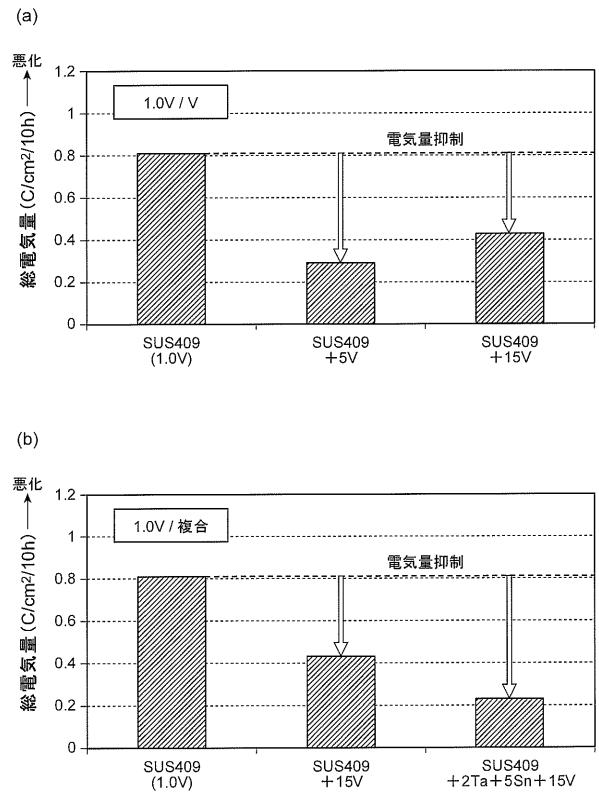
【 図 4 】



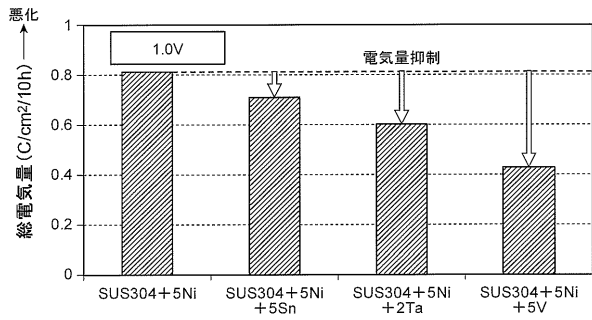
【 図 5 】



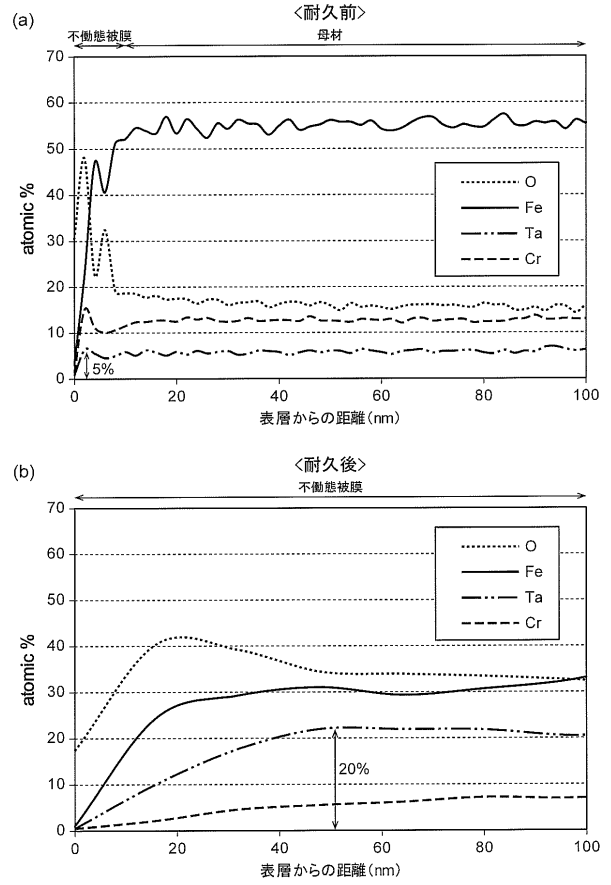
【 図 6 】



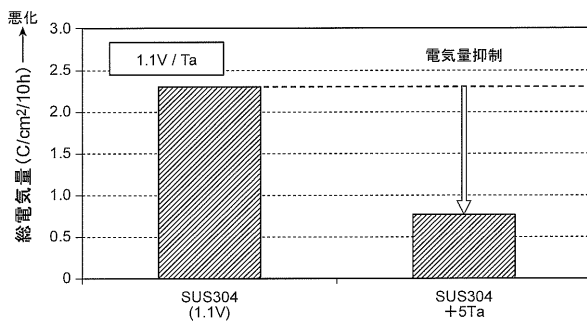
【 図 7 】



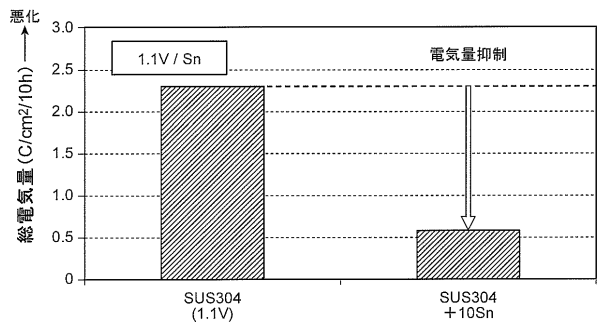
【 図 8 】



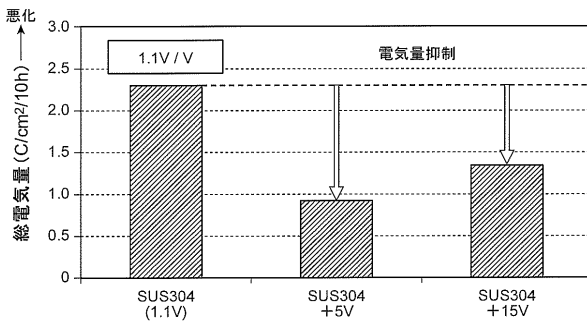
【 図 9 】



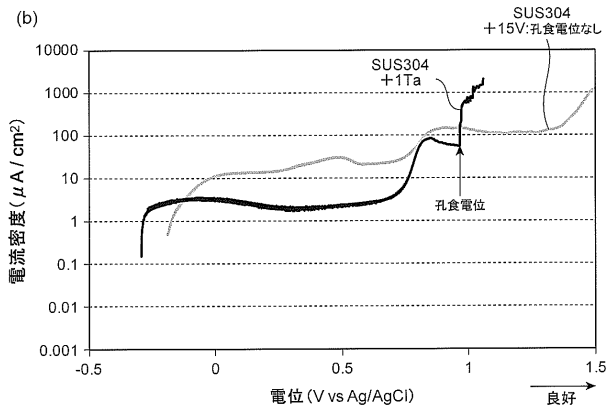
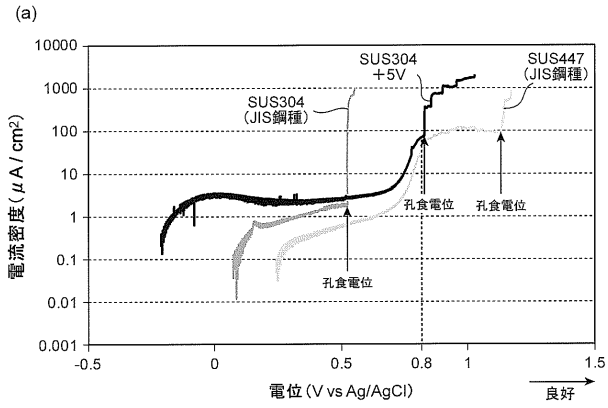
【 図 1 1 】



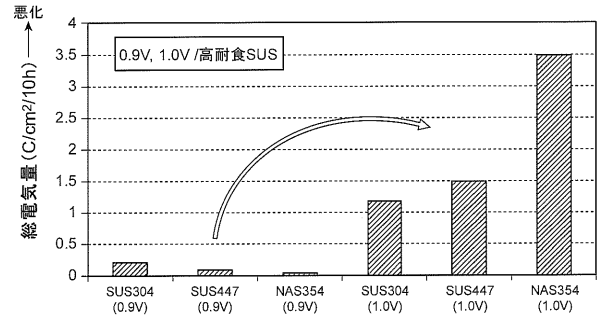
【 図 1 0 】



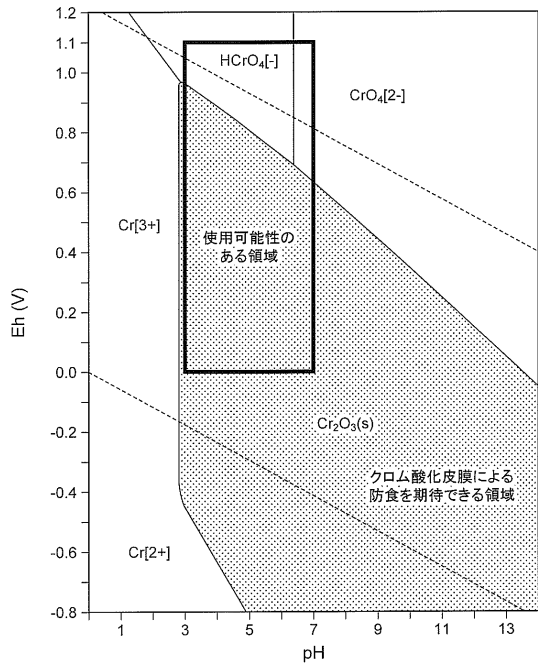
【 図 1 2 】



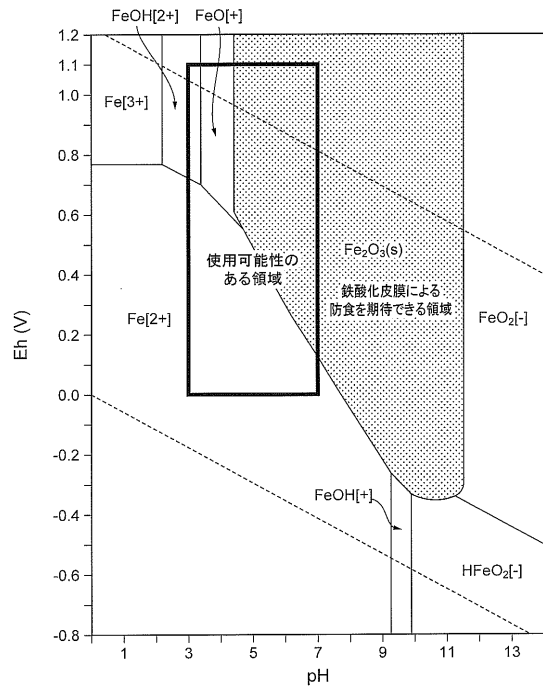
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



フロントページの続き

(72)発明者 三浦 泰希

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 5H026 AA06 EE02 EE08 HH05

5H126 AA12 BB06 GG02 GG08 JJ05