

(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2016-401

(P2016-401A)

(43) 公開日 平成28年1月7日(2016.1.7)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
B 0 1 J 23/89 (2006.01) B 0 1 J 23/89 M 4 G 1 6 9

審査請求 有 請求項の数 13 O L 外国語出願 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2015-158457 (P2015-158457)	(71) 出願人	512269535
(22) 出願日	平成27年8月10日 (2015.8.10)		ジョンソン、マッセイ、フュエル、セルズ
(62) 分割の表示	特願2014-138934 (P2014-138934)		、リミテッド
	の分割		JOHNSON MATTHEY FUE
原出願日	平成22年2月3日 (2010.2.3)		L CELLS LIMITED
(31) 優先権主張番号	0902231.0		イギリス国ロンドン、ファリンドン、スト
(32) 優先日	平成21年2月11日 (2009.2.11)		リート、25、フィフス、フロア
(33) 優先権主張国	英国 (GB)	(74) 代理人	100117787
			弁理士 勝沼 宏仁
		(74) 代理人	100091487
			弁理士 中村 行孝
		(74) 代理人	100120617
			弁理士 浅野 真理
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 三元白金合金触媒

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 燃料電池、とりわけリン酸燃料電池において、酸素還元触媒として特に使用される、新規な三元白金合金触媒。

【解決手段】 Xが、ニッケル、コバルト、クロム、銅、チタニウム又はマンガンであり、及び、Yが、タンタル、又はニオブであり、その合金が、 $66\text{ at \% Pt } 20\text{ at \% Cr } 14\text{ at \% Ta}$ 、又は、 $50\text{ at \% Pt } 25\text{ at \% Co } 25\text{ at \% Ta}$ ではない条件で、その合金において、白金の原子百分率は、 $46-75\text{ at \%}$ であり、Xについては、 $1-49\text{ at \%}$ 、及び、Yについては、 $1-35\text{ at \%}$ である白金合金触媒 Pt X Y。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

白金合金触媒 P t X Yであって、

Xが、ニッケル、コバルト、クロム、銅、チタニウム、又は、マンガンであり、及び、

Yが、タンタル又はニオブであり、

前記合金において、

白金の原子百分率が 4 6 ～ 7 5 a t % であり、Xの原子百分率が 1 ～ 4 9 a t %、及び Yの原子百分率が 1 ～ 3 5 a t % であり、

但し、前記合金が、6 6 a t % P t 2 0 a t % C r 1 4 a t % T a、又は 5 0 a t % P t 2 5 a t % C o 2 5 a t % T aではないことを特徴する、白金合金触媒 P t X Y。

10

【請求項 2】

Xが、ニッケル、コバルト、クロム又は銅である、請求項 1 に記載された白金合金触媒。

【請求項 3】

Yが、ニッケル又はコバルトである、請求項 2 に記載された白金合金触媒。

【請求項 4】

Yが、タンタルである、請求項 1 ～ 3 の何れか一項に記載された白金合金触媒。

【請求項 5】

Yが、ニオブである、請求項 1 ～ 3 の何れか一項に記載された白金合金触媒。

【請求項 6】

20

前記触媒が、分散された担体材に、非担持又は担持されてなる、請求項 1 ～ 5 の何れか一項に記載された白金合金触媒。

【請求項 7】

前記触媒が、分散された担体材に、担持されてなる、請求項 6 に記載された白金合金触媒。

【請求項 8】

前記担体材が、耐腐食カーボンである、請求項 7 に記載された白金合金触媒。

【請求項 9】

請求項 1 ～ 8 の何れか一項に記載された触媒を備えてなる、電極。

【請求項 10】

30

前記電極が、カソードである、請求項 9 に記載された電極。

【請求項 11】

請求項 1 ～ 8 の何れか一項に記載された触媒を含んでなる、触媒塗付膜。

【請求項 12】

請求項 9 ～ 10 の何れか一項に記載された電極を備えてなる、燃料電池。

【請求項 13】

前記燃料電池が、リン酸燃料電池である、請求項 12 に記載された燃料電池。

【請求項 14】

請求項 11 に記載された触媒塗付膜を備えてなる、燃料電池。

【請求項 15】

40

前記燃料電池が、プロトン交換膜燃料電池である、請求項 14 に記載された燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【発明の分野】

【0001】

本発明は、新規な三元白金合金触媒、及び、リン酸燃料電池（P A F C）又はプロトン交換膜燃料電池（P E M F C）等、燃料電池における触媒、とりわけ酸素還元触媒の使用に関する。

【0002】

燃料電池は、電解質により分離された二つの電極を含む電気化学セルである。水素等の燃料、メタノール又はエタノール等のアルコール、又はギ酸が、アノードに供給され、且

50

つ、酸素又は空気等の酸化剤が、カソードに供給される。電気化学反応が電極で起こり、且つ、その燃料及びその酸化剤の化学エネルギーが、電気エネルギー及び熱に転化される。電解触媒（電気化学触媒）が使用され、アノードで燃料の電気化学的酸化、及び、カソードで酸素の電気化学的還元を促進する。

【0003】

燃料酸化及び酸素還元のための電解触媒は、一般に、白金、又は一種以上の他の金属で合金された白金による。白金又は白金合金触媒が、非担持ナノメートルサイズの粒子状であり（メタルブラック）、又は、導電性のカーボン基材（担持触媒）上に、更に高表面積粒子として配置される。

【0004】

燃料電池は、使用される電解質の特質に応じて、通常分類される。P A F Cにおいて、セルが、アノードとカソード電極の間に差し込まれた薄い不活性基質層に含有されたリン酸電解質から製造される。P E M F Cにおいて、電解質層は、一般的に、電極層の間に配置された薄いプロトン導電性高分子である。これらのセルのいずれかは、純粋な水素燃料、又は、炭化水素燃料の改質により形成された希釈水素含有の燃料混合物で運転でき、又は、とりわけP E M F Cの場合、メタノール又はエタノール等、炭化水素燃料で、直接作動する。

【0005】

P A F C及びP E M F Cの電極は、ガス拡散電極（G D E）としばしば呼ばれるものであり、通常、ガス浸透性、導電性及び化学的不活性ガス拡散基材（G D S）と、及び電解触媒層を備えてなるものであり、この電解触媒層は電解触媒を含んでなる物であり、電解質又は膜に直面し及び接触するものである。リン酸燃料電池は、リン酸を電解質として使用し、且つ、150℃と220℃の間の温度で典型的には作動する。関連分野において公開され又は特許された調査研究において、白金と、クロム、コバルト及びニッケル等の遷移金属とを合金することが、P A F Cシステムにおける白金触媒に対して、2倍又は3倍の、酸素還元反応のための触媒活性を促進できる。リン酸燃料電池のカソードで使用される従来の触媒は、白金－クロム（U S 4、316、944）、白金－ニッケル（U S 5、068、161）、及び白金－コバルト－クロム（U S 4、447、506）である。そのような触媒に関連した問題は、リン酸燃料電池で使用される温度で、触媒の焼結による安定性の欠如である。触媒粒子は、リン酸燃料電池環境において長期運転の間、表面移動又は溶解／再沈殿のいずれかにより、癒着する傾向がある。このことが、燃料電池システムの寿命を通じて、電池性能（電圧）の受け入れ難い低下と、及び、燃料電池の発電能力の効率における同時低下を引き起こす。従って、この研究は、より高い活性及び安定性を伴う酸素還元触媒のために継続する。三元システムは、二元組成物より、より安定することが示され、且つ、リン酸燃料電池環境の安定性は、第三の金属の添加により改善される。U S 4、806、515は、焼結及び金属溶解への耐性に関して、実質的な安定性を伴う白金－クロム－ガリウムの三元システムを示す。白金－コバルト－クロム（U S 5、068、161）及び白金－ロジウム－鉄（W O 94／10715）はまた、白金－イリジウム－クロム及び白金－イリジウム－鉄（U S 5、013、618）が有するように、リン酸燃料電池環境における安定性を強化することを立証した。

【0006】

本発明の目的は、改良された触媒、即ち、最新鋭の触媒と比べて活性の低下が無く、改善された寿命安定性を示す触媒、最新レベルの安定性を維持しつつ改善された活性を示す触媒、又は、望ましくは改善された安定性及び活性の両方の組合せを示す触媒、とりわけ、リン酸燃料電池において酸素還元触媒として使用のための触媒、を提供することである。

【0007】

従って、本発明は、白金合金触媒 P t X Yを提供するものであり、ここで、Xは、ニッケル、コバルト、クロム、銅、チタニウム、又は、マンガン、及びYは、タンタル、又はニオブであり、この合金において、白金の原子百分率が46－75 a t %、Xの原子百分

10

20

30

40

50

率が1-49at%、及びYの原子百分率が1-35at%であり、但し、この合金が、66at%Pt20at%Cr14at%Ta又は50at%Pt25at%Co25at%Taではないことを特徴とする。

【0008】

適切なXは、ニッケル、コバルト、クロム又は銅、望ましくはニッケル又はコバルトである。

【0009】

本発明の一の実施態様において、PtXTa合金が提供され、Xは、ニッケル、コバルト、クロム、銅、チタニウム又はマンガンであり、その合金が、66at%Pt20at%Cr14at%Ta又は50at%Pt25at%Co25at%Taではない場合、白金の割合は46-75at%、Taについては1-35at%、及びXについては1-49at%であることを特徴とする。

10

【0010】

本発明の第二の実施態様において、PtXNb合金が提供され、Xは、ニッケル、コバルト、クロム、銅、チタニウム又はマンガンであり、白金の割合が、46-75at%、Nbについては1-35at%、及び、Xについては、1-49at%であることを特徴とする。

【0011】

適切には、合金において、白金の原子百分率は、46at%~65at%で、より適切には、46at%~60at%で、望ましくは、46at%~55at%である。

20

【0012】

適切には、合金において、Xの原子百分率は、5at%~45at%で、より適切には、10at%~40at%で、望ましくは、15at%~40at%、より望ましくは25at%~40at%である。

【0013】

適切には、合金において、Yの原子百分率は、1at%~25at%で、より適切には、1at%~20at%で、望ましくは、5at%~20at%である。

【0014】

本文脈中の「at%」は、原子百分率（原子割合）、即ち、Pt、X及びYの全体の原子又はモルに基づく百分率（割合）を意味し、追加の非金属成分（カーボン等）は、考慮に入れない。用語「合金」は、Pt格子中で、X及びY金属の、少なくともいくつかの相互作用及び包摂があるが、包摂（とりわけY金属について）は、全合金粒子の全体を通じて、必ずしも均一ではないことを意味する。

30

【0015】

合金において金属の原子百分率は、当業者に周知な標準方法、例えば、サンプルの湿式化学分析温浸に続いて誘導結合プラズマ（ICP）発光分析により、決定されてもよい。

【0016】

本発明の触媒は、非担持触媒（即ちメタルブラックとして）、又は、担持触媒（即ち担体材上に分散させる）として燃料電池において使用される。望ましくは、本発明の触媒は、担持触媒として使用される。PtXY合金の適切な量は、担持触媒の全重量に基づき5wt%~80wt%、望ましくは20wt%~80wt%である。本発明による担持触媒において、PtXY合金は、例えば、オイルファーネスブラック、追加導電性ブラック、アセチレンブラック、又は、これらの熱処理された、及び、黒鉛化されたバージョン等、導電性カーボン等で例示される、導電性の担体材（上）に、適切に分散される。本発明の触媒は、望ましくは、導電性のカーボン材（上）に分散されたPtXY合金から基本的に成る。カーボンの例としては、Akzo Nobel Ketjen EC300J、Cabot Vulcan XC72R、及び、黒鉛化XC72R、及び、Denka Acetylene Blackを含む。一の実施態様において、カーボン担体は、耐腐食カーボン担体である。「耐腐食」は、そのカーボン材が、Akzo Nobel Ketjen EC300J等の高表面積カーボンより少なくとも20倍耐腐食、及び、Cab

40

50

ot Vulcan XC72Rより少なくとも10倍耐腐食であることを意味する。そのカーボン耐腐食率が、電気化学セルにおいて、高電位 ($>1\text{ V vs RHE}$) で定電位保持テストの間に決定される。腐食電流の測定、又は、カーボン腐食反応の産物として二酸化炭素発生率が、測定され、且つ、異なるカーボンタイプを比較する目的のため、カーボン重量損失に換算される。異なるカーボンタイプに対するそのような方法及び結果が、J. Power Sources 171、(2007)、18-25及びその中の参照に示される。

【0017】

本発明は、本発明による触媒の製造方法を更に提案する。本発明による触媒は、スラリーを形成するため、水中にカーボン担体を分散し、且つ、溶解した白金塩をこのスラリーに添加することにより製造されてもよい。成分Yの塩が、濃酸に溶解され、且つ、成分Xの塩の溶液に添加される。X及びYを含有する溶液は、白金／カーボン懸濁液に添加される。その触媒は、ろ過により回収され、洗浄され、且つ、乾燥される。次に触媒試料は、不活性（例： N_2 ）雰囲気中の高温で焼きなましされる。この触媒を製造する別の方法は、当業者に知られている。これらは、類似した方法の使用を含むが、熱い水溶液中に溶解性のある別の白金及び卑金属前駆体を使用することを含む。別のアルカリは、このカーボン担体上に金属を沈殿させるために使用される。金属の沈殿の順番におけるバリエーションが実行されてよく、又は、全てが同時に沈殿される。別の製造がまた、初期の湿気方法を含み、その方法において、金属塩が、金属塩及び除去された溶媒の水性又は有機溶液のいずれかを使用して、カーボン担体中に吸着される。さらに別の方法は、市販のカーボン担持白金触媒から始め、上記方法のいずれかにより卑金属を沈殿させる。最終触媒を形成するために、金属の沈殿後、分離された物質が、還元され及び合金されなければならない。これは、非還元前駆体が、還元及び合金化が起こる温度まで、不活性雰囲気中で、加熱される炭素熱還元プロセスの使用により、実現される。この段階はまた、還元性雰囲気中で（例えば N_2 中の5% H_2 ）実施される。金属ナノ粒子を製造するために使用される方法が、また採用される。この場合、金属塩が、界面活性剤の存在下で、ホウ化水素等の適切な還元剤により還元され、且つ、その結果として生じるナノ粒子が、カーボン担体上で吸着される。

【0018】

本発明の触媒材料は、電極、とりわけ、PAFC又はPEMFC等の酸電解質燃料電池の酸素還元電極（ガス分散電極）において、活性成分として、特別な有用性を有する。さらなる態様において、本発明は、本発明による触媒を含む電極を提供する。望ましい実施態様において、電極はカソードである。触媒が、電子的導電性の担体上に非担持される、又は、沈殿されてもよい。触媒は、様々な既知の技術を使用して、多孔質のガス拡散基材（GDS）上に沈殿される。PAFC電極のための触媒は、通常、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）等の疎水性フッ素重合体の水性懸濁液と混合され、高分子接着剤としての機能を果たし、且つ、結果として得られる凝縮材が、直接ろ過、フィルター輸送、スクリーン印刷（US4、185、131等）に示されるように）又は乾燥粉末真空蒸着（US4、175、055に示されるように）等の技術により、GDSに塗付される。PEMFC適用のための触媒はまた、水性及び／又は有機溶媒、及び、プロトン導電性高分子の溶液状を含む、インクに形成されてもよい。インクは、吹き付け、印刷、及びドクターブレード法等の技術を使用して、基材上に配置されてもよい。

【0019】

従来のガス拡散基材は、炭素繊維網及び熱硬化樹脂粘性剤を含む不織紙又は繊維を含む（日本の東レ（株）から市販されている炭素繊維紙のTGPHシリーズ、又は、ドイツのFreudenberg FCC TKGから市販されているH2315シリーズ、又はドイツのSGL Technologies GmbHから市販されているSigra cetシリーズ、Ballard Power Systems IncからのAvCarbシリーズ、又は織カーボン布。）カーボン紙、繊維、又は布は、MEAに組み込まれる前に、さらなる処理を伴って提供され、より可溶性に（親水性）、又はより防水性に（

10

20

30

40

50

疎水性)してもよい。いかなる処理の特質は、燃料電池のタイプ及び使用される作動条件次第である。その基材は、液体懸濁液から含浸を介して、非晶質カーボンブラック等の材料の組み込みにより、より可溶性になり、又は、その基材の細孔構造に、P T F E又はポリフルオロエチレンプロピレン(F E P)等の高分子のコロイド懸濁液を含浸することにより、より疎水性になり、続いて、乾燥及び高分子の融点以上に加熱する。P E M F C等の適用のための多孔層がまた、電解触媒層と接触する表面上のガス拡散基材に適用されてもよい。細孔層は、通常、カーボンブラック、及び、ポリテトラフルオロエチレン(P T F E)等の高分子の混合物を含む。

【0020】

本発明のさらなる実施態様において、本発明の触媒は、デカル転送基材に適用される。従って、本発明のさらなる態様が、本発明の触媒を含むデカル転送基材を提供する。その転送基材は、当業者にとって周知のいかなる適切な転送基材であってもよいが、望ましくは、ポリテトラフルオロエチレン(P T F E)又はポリプロピレン(特に二軸延伸ポリプロピレン、B O P P)等の高分子材料、又は、ポリウレタンコート紙等のポリマーコート紙である。転送基材はまた、シリコン剥離紙、又はアルミホイル等の金属ホイルである。次に本発明の触媒は、当業者に周知の技術により、ガス拡散基材に、又はP E M F Cに対する適用の場合、プロトン導電性膜に輸送され、触媒塗布膜(C C M)を形成してもよい。従って、本発明のさらなる態様が、本発明の触媒を含む触媒塗布膜を提供する。

【0021】

本発明の電極は、リン酸燃料電池等、燃料電池において、直接使用されてもよく、その電解質は、炭化ケイ素等、担持マトリクスにおける液体リン酸である。従って、本発明のさらなる態様が、燃料電池、とりわけ、本発明の電極を含む、リン酸燃料電池を提供する。そのような燃料電池は、150℃~220℃の範囲で作動されてもよい。

【0022】

本発明の触媒が、リン酸燃料電池において特別な適用を有し、及び、この使用に関して詳細に本明細書で示されるが、その触媒が、他の燃料電池において、又は別の適用のために、使用される。とりわけ、本発明の触媒はまた、プロトン交換膜型燃料電池(P E M F C)、ポリベンゾイミダゾール(P B I)ードープ燃料電池、ダイレクトメタノール型燃料電池(D M F C)、及びアルカリ電解質燃料電池(A F C)において、使用されてもよい。

【0023】

本発明は下記図との関連において本明細書において言及されるが、これらは例示であり、決して、本発明の範囲を限定するものではない。

【0024】

[一般的な製造方法]

全ての触媒は、20gスケールで製造され、カーボン担体上に15重量%Pt充填を目標とした。

【0025】

カーボンブラックを、せん断ミキサーを使用して水中に分散し、且つ、温度及びpHプローブを取り付けられた反応槽に移した。Pt塩(例えば K_2PtCl_4)が、水中で溶解した。この溶液が、攪拌されたカーボンスラリー及び滴下添加されたNaOHに注ぎ込まれ、pH7.0に維持した。TaCl₅又はNbCl₅が、濃縮されたHClに溶解し、次に必要に応じて、NiCl₂又はCoCl₂溶液に添加した。卑金属含有の溶液が、次に、Pt/C懸濁液に添加され、且つ、pHを7に維持しながら、その酸化物/水酸化物が沈殿した。全ての金属の完全な沈殿が実現された。触媒は、ろ過により回収し、ろ過池上で洗浄した。その物質を、乾燥し、次に、不活性(N₂)雰囲気中において、高温(1000℃及び1200℃)で焼きなました。最終分析が、結果として得られる金属溶液上で、サンプルの湿式化学温浸及びICP-MSにより実施され、金属分析を決定した。サンプルの均一性及び合金化の程度は、X線回折(XRD)を使用して、決定した。表1で示される触媒は、上記の一般的な製造法により行った。

【表 1】

表 1 :

実施例NO.	P t (原子%)	X (原子%)	Y (原子%)
1	P t (54%)	N i (40%)	T a (6%)
2	P t (50%)	N i (15%)	T a (35%)
3	P t (55%)	N i (28%)	N b (17%)
4	P t (58%)	C o (24%)	T a (18%)
5	P t (70%)	N i (23%)	N b (7%)
6	P t (52%)	N i (14%)	N b (24%)

10

20

【0026】

[比較例 1 : P t C o C r (50 : 30 : 20) 分析]

最新の P t C o C r 触媒が、C o、C r 及び P t の塩化物塩の加水分解により、U S 5、068、161 の実施例 6 で示されるように製造し、15 重量% P t 充填した。最終分析 (重量%) : 15.8% P t / 2.01% C o / 1.03% C r (原子% 58 : 24 : 18)

【0027】

[電解触媒材料の活性及び安定性の決定]

本発明の触媒の電気化学的表面積 (E C A) 及び質量活性が、U S 5、068、161 に示されるように測定した。つまり、サイクリックボルタンメトリー測定が、3 電極セル及び十分に湿った電極を使用し、室温で、希塩酸中で実施され、且つ、水素吸収に関連した電荷量が、 $\text{cm}^2 \text{Pt}$ 当り $210 \mu\text{C}$ の補正率を使用して決定し、及び、 $\text{m}^2 / \text{g Pt}$ に変換した。活性は、 180°C の 99% リン酸電解質中、反応物質として酸素を使用するガス供給の半電池を使用して測定し、又、活性が、当技術分野で一般的に行われるように、 900mV で P t の重量当りの電流 ($\text{A} / \text{mg Pt}$) として表した。電極は、P T F E とその触媒を混合し、防水カーボン紙に適用、且つ、焼結することにより製造した。

30

【0028】

触媒の安定性は、99% H_3PO_4 中に、 230°C で、50 時間、0.7 V の電圧に、湿った電極を曝し、加速処理テスト後、電気化学的表面積の変化を測定することにより決定した。触媒の焼結が、P A F C システムにおいて、性能低下の一般的な原因であり、その低下のメカニズムは、温度により加速され、従って、加速処理テストの上昇した温度が、通常の P A F C 運転条件と比較して、E C A において、より急速な低下をもたらした。

40

【0029】

表 2 は、最新の比較例 1 と比べて、本発明の触媒の触媒 E C A、質量活性、及び、安定性を示し、選択された物質が、同等の活性で比較例 1 より強化安定性、又は、同等の安定レベルで改善された活性値を示すことを立証する。

【0030】

更に、本発明の触媒は、比較例 1 より、より高い初期表面積 (E C A) を有するが、同等の又は改善された安定性を示す。既存の物質と比べて、加速処理中、表面積を増加し及び維持することが、運転中の P A F C システムにおいて、利点を示す。

50

【表 2】

表 2. 電気化学的な表面積 (E C A)、触媒質量活性、及び加速処理中に失われた安定性%

例 N o .	E C A ($\text{m}^2 / \text{g P t}$)	質量活性 ($\text{mA} / \text{mg P t}$)	% E C A 損失 (50 時間、0.7 V、230℃)
比較例 1	55	50	45%
4	83	61	50%
5	67	52	35%
6	60	45	35%

【手続補正書】

【提出日】平成27年8月11日(2015.8.11)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料電池の電極において好適に使用される三元白金合金触媒 P t X Y であって、
X が、ニッケル、コバルト、クロム、銅、チタニウム、又はマンガンであり、
Y が、タンタルであり、
前記合金において、
白金の原子百分率が 46 ～ 65 a t % であり、
X の原子百分率が 25 ～ 40 a t %、及び
Y の原子百分率が 1 ～ 20 a t % である、三元白金合金触媒。

【請求項 2】

X が、ニッケル、コバルト、クロム又は銅である、請求項 1 に記載の三元白金合金触媒。

【請求項 3】

X が、ニッケル又はコバルトである、請求項 2 に記載の三元白金合金触媒。

【請求項 4】

前記触媒が、分散された担体材に、非担持又は担持されてなる、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の三元白金合金触媒。

【請求項 5】

前記触媒が、分散された担体材に担持されてなる、請求項 4 に記載の三元白金合金触媒。

【請求項 6】

前記担体材が耐腐食カーボンである、請求項 5 に記載の三元白金合金触媒。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の三元白金合金触媒を備えてなる、電極。

【請求項 8】

前記電極がカソードである、請求項 7 に記載の電極。

【請求項 9】

請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の三元白金合金触媒を含んでなる、触媒塗付膜。

【請求項 10】

請求項 7 ～ 8 のいずれか一項に記載の電極を備えてなる、燃料電池。

【請求項 11】

前記燃料電池がリン酸燃料電池である、請求項 10 に記載の燃料電池。

【請求項 12】

請求項 9 に記載の触媒塗付膜を備えてなる、燃料電池。

【請求項 13】

前記燃料電池がプロトン交換膜燃料電池である、請求項 12 に記載の燃料電池。

フロントページの続き

(72)発明者 サラ、ボール

イギリス国オックスフォードシャー、チョールジー、イルジズ、レーン、4 9

(72)発明者 トーマス、ロバートソン、ラルフ

イギリス国ウィルトシャー、チッパンハム、ブリンクワース、スクール、ヒル、アップサイド

(72)発明者 ブライアン、ロナルド、セオボルド

イギリス国バークシャー、レディング、ソニング、コモン、ラセット、クローズ、1

(72)発明者 デイビッド、トンプセット

イギリス国バークシャー、レディング、ケイバーシャム、ハイムア、ロード、5 3

F ターム(参考) 4G169 AA02 AA03 BA08A BA08B BB02A BB02B BC31A BC50A BC55A BC55B

BC56A BC56B BC58A BC62A BC67A BC67B BC68A BC68B BC75A BC75B

CC32 EA01Y EB19 FA02 FB08 FB30 FC08

【外国語明細書】
2016000401000001.pdf