

(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2016-122594
(P2016-122594A)

(43) 公開日 平成28年7月7日(2016.7.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 4/86 (2006.01)	HO 1 M 4/86	B 5HO 1 8
HO 1 M 8/10 (2016.01)	HO 1 M 4/86	H 5HO 2 6
	HO 1 M 8/10	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2014-262333 (P2014-262333)	(71) 出願人	000222118 東洋インキSCホールディングス株式会社 東京都中央区京橋三丁目7番1号
(22) 出願日	平成26年12月25日(2014.12.25)	(72) 発明者	出口 直幹 東京都中央区京橋三丁目7番1号 東洋インキSCホールディングス株式会社
		(72) 発明者	諸石 順幸 東京都中央区京橋三丁目7番1号 東洋インキSCホールディングス株式会社
		(72) 発明者	渡部 寛人 東京都中央区京橋三丁目7番1号 東洋インキSCホールディングス株式会社
		(72) 発明者	深川 聡一郎 東京都中央区京橋三丁目7番1号 東洋インキSCホールディングス株式会社 最終頁に続く

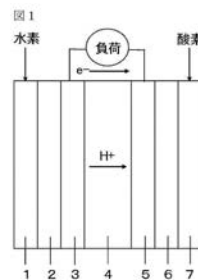
(54) 【発明の名称】 燃料電池用水性触媒ペースト組成物、及び燃料電池

(57) 【要約】

【課題】触媒担持炭素材料の分散性が良好で低粘度であり、保存安定性やプロトン伝導性ポリマーの吸着率に優れ、塗工性を備えた燃料電池用水性触媒ペースト組成物及び触媒インキ組成物を提供する。また、塗工した際の塗工ムラの発生が極めて少なく、プロトン伝導性ポリマーが均一に分布した燃料電池用触媒層と、燃料電池用触媒電極と、電池性能に優れた燃料電池を提供する。

【解決手段】触媒担持炭素材料と、芳香環または脂肪族骨格の少なくとも一方を有するエチレン性不飽和単量体 (a1) : 10 ~ 90 質量%、酸性官能基を有するエチレン性不飽和単量体 (a2) : 10 ~ 90 質量%、及び (a1) および (a2) 以外のエチレン性不飽和単量体 (a3) : 0 ~ 80 質量% (但し、(a1)、(a2) および (a3) の合計を100質量%とする。) を共重合して得られる水性樹脂型分散剤 (A) と、水性液状媒体とを含有する燃料電池用水性触媒ペースト組成物。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

触媒担持炭素材料と、水性樹脂型分散剤（A）と、水性液状媒体とを含有する燃料電池用水性触媒ペースト組成物であって、

水性樹脂型分散剤（A）が下記単量体を共重合して得られる共重合体である燃料電池用水性触媒ペースト組成物。

芳香環または脂肪族骨格の少なくとも一方を有するエチレン性不飽和単量体（a1）：
10～90質量%

酸性官能基を有するエチレン性不飽和単量体（a2）：10～90質量%

前記（a1）および（a2）以外のエチレン性不飽和単量体（a3）：0～80質量%

（但し、前記（a1）、（a2）および（a3）の合計を100質量%とする。）

10

【請求項 2】

水性樹脂型分散剤（A）の酸性官能基の少なくとも一部が、塩基性化合物で中和されてなる請求項1記載の燃料電池用水性触媒ペースト組成物。

【請求項 3】

請求項1または2記載の燃料電池用水性触媒ペースト組成物と、バインダーを含んでなる燃料電池用水性触媒インキ組成物。

【請求項 4】

バインダーが、プロトン伝導性ポリマーである請求項3記載の燃料電池用水性触媒インキ組成物。

20

【請求項 5】

請求項3または4記載の燃料電池用水性触媒インキ組成物から形成されてなる燃料電池用触媒層。

【請求項 6】

請求項5記載の燃料電池用触媒層と、導電性支持体とを具備してなる燃料電池用触媒電極。

【請求項 7】

固体高分子電解質膜と、請求項6記載の燃料電池用触媒電極を具備してなる燃料電池用電極膜接合体。

【請求項 8】

請求項6記載の燃料電池用触媒電極または請求項7記載の燃料電池用電極膜接合体のうち少なくともいずれかを具備してなる燃料電池。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池用の水性触媒ペースト組成物、触媒インキ組成物に係り、それらを用いた触媒層及びそれらを具備する触媒電極ならびに電極膜接合体および燃料電池に関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池は、電気化学システムを用いて化学エネルギーを電気エネルギーに直接変換できるシステムであり、高効率であるため次世代エネルギーとして期待されている。燃料電池には、ガス燃料としての水素や液体燃料としてのメタノール等を利用する固体高分子形燃料電池のほか、負極活物質として金属を用いる金属空気電池が知られている（金属-空気電池は、金属を負極側に補給することにより放電性能を維持することができるため、広義には燃料電池の1種として捉えることができる）。中でも、固体高分子形燃料電池は作動温度が低く、高効率である点から自動車用、定置用、小型モバイル用等に活発に開発が進められている。

40

【0003】

固体高分子形燃料電池は、固体高分子電解質膜を挟んで、対面するように負極触媒層と

50

正極触媒層が設けられており、該触媒層の表面にガス拡散性を有する導電性支持体が積層された電極膜接合体が用いられている。負極及び正極の触媒層は、一般的には、触媒を担持した炭素材料等をはじめとする触媒担持炭素材料とプロトン伝導性ポリマー、分散媒よりなる触媒インキ組成物を用いて形成される。

【0004】

触媒担持炭素材料等を分散媒へ分散して組成物とする際は、触媒担持炭素材料が凝集を引き起こし易いため、組成物中の分散安定性を高める必要があり、また、これら組成物を塗工する場合、触媒の凝集が起こると好適な電極膜を得ることができず、電流量の低下や起電力の低下を引き起こしてしまうという問題がある。これら問題を解決するため、従来より、種々の技術が提案されている（特許文献1～6参照）が、これを解決する手段が見出せていなかった。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平8-259873号公報

【特許文献2】特開2003-45437号公報

【特許文献3】特開2003-45440号公報

【特許文献4】特開2008-41514号公報

【特許文献5】特開2008-47401号公報

【特許文献6】WO2013/014910

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明が解決しようとする課題は、触媒担持炭素材料の分散性が良好で低粘度であり、保存安定性やプロトン伝導性ポリマーの吸着率に優れ、塗工性を備えた燃料電池用水性触媒ペースト組成物及び触媒インキ組成物を提供することである。また、これらの組成物を用いることにより、塗工した際の塗工ムラ発生しにくく、プロトン伝導性ポリマーが均一に分布した燃料電池用触媒層と、それを具備する燃料電池用触媒電極ならびに燃料電池用電極膜接合体と、電池性能に優れた燃料電池を提供することである。

【課題を解決するための手段】

30

【0007】

本発明者らは、前記諸問題を解決するために鋭意研究を重ねた結果、本発明に至った。

第一の発明は、触媒担持炭素材料と、水性樹脂型分散剤(A)と、水性液状媒体とを含む燃料電池用水性触媒ペースト組成物であって、

水性樹脂型分散剤(A)が下記単量体を共重合して得られる共重合体である燃料電池用水性触媒ペースト組成物に関する。

芳香環及び脂肪族骨格の少なくとも一方を有するエチレン性不飽和単量体(a1): 10～90質量%

酸性官能基を有するエチレン性不飽和単量体(a2): 10～90質量%

前記(a1)および(a2)以外のエチレン性不飽和単量体(a3): 0～80質量% (但し、前記(a1)、(a2)および(a3)の合計を100質量%とする。)

40

第二の発明は、水性樹脂型分散剤(A)の酸性官能基の少なくとも一部が、塩基性化合物で中和されてなる上記燃料電池用水性触媒ペースト組成物に関する。

第三の発明は、上記燃料電池用水性触媒ペースト組成物と、バインダーを含んでなる燃料電池用水性触媒インキ組成物に関する。

第四の発明は、上記バインダーがプロトン伝導性ポリマーである燃料電池用水性触媒インキ組成物に関する。

第五の発明は、上記燃料電池用水性触媒インキ組成物から形成されてなる燃料電池用触媒層に関する。

第六の発明は、上記燃料電池用触媒層と、導電性支持体とを具備してなる燃料電池用触

50

媒電極に関する。

第七の発明は、固体高分子電解質膜と、上記燃料電池用触媒電極を具備してなる燃料電池用電極膜接合体に関する。

第八の発明は、上記燃料電池用触媒電極または上記燃料電池用電極膜接合体のうち少なくともいずれかを具備してなる燃料電池に関する。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、触媒担持炭素材料の分散性が良好で低粘度であり、優れた保存安定性、塗工性を備えた燃料電池用水性触媒ペースト組成物及び触媒インキ組成物を提供することが可能となるため、これらの組成物を用いることにより、塗工した際の塗工ムラの発生が極めて少なく、プロトン伝導性ポリマーが均一に分布した燃料電池用触媒層と、それを具有する燃料電池用燃料電池用触媒電極もしくは燃料電池用電極膜接合体を得ることが可能となる。したがって、電池性能に優れた燃料電池を提供することが可能となる。

10

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、詳細に本発明について説明する。尚、本明細書では、「燃料電池用水性触媒ペースト組成物」を、「触媒ペースト組成物」あるいは「ペースト組成物」、「燃料電池用水性触媒インキ組成物」を「触媒インキ組成物」あるいは「インキ組成物」ということがある。また、これら「燃料電池用水性触媒ペースト組成物」と「燃料電池用水性触媒インキ組成物」を併せて、単に「組成物」ということがある。また、「水性樹脂型分散剤」を「樹脂型分散剤」あるいは「樹脂」ということがある。

20

【0010】

<燃料電池用水性触媒ペースト組成物>

本発明の燃料電池用水性触媒ペースト組成物は、少なくとも触媒担持炭素材料と、水性樹脂型分散剤(A)と、水性液状媒体とを含有するものである。触媒担持炭素材料、水性樹脂型分散剤、及び水性液状媒体の割合は、特に限定されるものではなく、広い範囲内で適宜選択され得る。

【0011】

水性樹脂型分散剤の含有量は、触媒ペースト組成物中の触媒担持炭素材料に対し、好ましくは0.01~25質量%、より好ましくは0.02~10質量%である。この範囲の含有量とすることにより、触媒担持炭素材料の分散安定性を十分に達成できると同時に、触媒担持炭素材料の凝集を効果的に防止でき、かつ触媒層表面へ水性樹脂型分散剤の析出を防止できる。

30

【0012】

また、水性液状媒体は、触媒ペースト組成物を100質量%としたとき、好ましくは60~99質量部%、より好ましくは65~97質量%である。

【0013】

<触媒担持炭素材料>

本発明で用いられる触媒担持炭素材料とは、触媒粒子が、触媒担持体としての炭素材料上に担持してなるものを指し、公知もしくは市販のものが挙げられる。

40

【0014】

触媒粒子とは、負極においては燃料となるガスもしくは液体を酸化することで、H⁺イオン(プロトン)と電子(e⁻)を発生し、正極においては、酸化剤となるガスもしくは液体を還元できるものであれば特に限定されないが、典型的には白金もしくは白金以外の金属、あるいはそれらの合金が使用される。白金以外の金属としては、遷移金属が好ましく、遷移金属としては、鉄、コバルト、ニッケル、クロム、銅、マンガン、チタン、ジルコニウム、バナジウム、パラジウム、ルテニウム及び亜鉛から選択される1種以上がより好ましく例示される。合金に使用される金属としては、特に限定されないが、先に例示した遷移金属から選択される1種以上が好ましく、この中でも、特に、正極触媒としては、白金-コバルト合金が好ましく、負極触媒としては、白金-ルテニウム合金が好ましい。

50

【 0 0 1 5 】

触媒粒子の炭素材料上への担持率は限定的ではない。触媒粒子として白金を用いた場合は、触媒粒子100質量%に対して、通常1～70質量%程度までの担持が可能である。

【 0 0 1 6 】

本発明における触媒担持体としての炭素材料は、無機材料由来の炭素粒子および/または有機材料を熱処理して得られる炭素粒子であれば特に限定されない。

無機材料由来の炭素粒子としては、カーボンブラック（ファーネスブラック、アセチレンブラック、ケッチェンブラック、ミディアムサーマルカーボンブラック）、活性炭、黒鉛、カーボンナノチューブ、カーボンナノファイバー、カーボンナノホーン、グラフェンナノプレートレット、ナノポーラスカーボン、炭素繊維等が挙げられる。炭素材料は、種類やメーカーによって、粒子径、形状、BET比表面積、細孔容積、細孔径、嵩密度、DBP吸油量、表面酸塩基度、表面親水度、導電性など様々な物性やコストが異なるため、使用する用途や要求性能に合わせて最適な材料を選択される。

熱処理して炭素粒子となる有機材料としては、熱処理後炭素粒子となる材料であれば特に限定されない。具体的な有機材料としては、フェノール系樹脂、ポリイミド系樹脂、ポリアミド系樹脂、ポリアミドイミド系樹脂、ポリアクリロニトリル系樹脂、ポリアニリン系樹脂、フェノールホルムアルデヒド樹脂系樹脂、ポリイミダゾール系樹脂、ポリピロール系樹脂、ポリベンゾイミダゾール系樹脂、メラミン系樹脂、ピッチ、褐炭、ポリカルボジイミド、バイオマス、タンパク質、フミン酸等やそれらの誘導体などが挙げられる。

これら炭素材料は、一種類または二種類以上で用いられる。

【 0 0 1 7 】

市販の炭素材料としては、例えば、

ケッチェンブラックEC-300J、及びEC-600JD等のアクゾ社製ケッチェンブラック；

トーカブラック#4300、#4400、#4500、及び#5500等の東海カーボン社製ファーネスブラック；

プリンテックスL等のデグサ社製ファーネスブラック；

Raven7000、5750、5250、5000ULTRAIII、5000ULTRA、ConductexSCULTRA、975ULTRA、PUERBLACK100、115、及び205等のコロンビヤン社製ファーネスブラック；

#2350、#2400B、#2600B、#30050B、#3030B、#3230B、#3350B、#3400B、及び#5400B等の三菱化学社製ファーネスブラック；

MONARCH1400、1300、900、VulcanXC-72R、及びBlackPearls2000等のキャボット社製ファーネスブラック；

Ensaco250G、Ensaco260G、Ensaco350G、及びSuperP-Li等のTIMCAL社製ファーネスブラック；

デンカブラック、デンカブラックHS-100、FX-35等の電気化学工業社製アセチレンブラック；

VGCF、VGCF-H、VGCF-X等の昭和電工社製カーボンナノチューブ；

名城ナノカーボン社製カーボンナノチューブ；

xGnP-C-750、xGnP-M-5等のXGSciences社製グラフェンナノプレートレット；

Easy-N社製ナノポーラスカーボン；

カイノール炭素繊維、カイノール活性炭繊維などの群栄化学工業社製炭素繊維；

等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【 0 0 1 8 】

市販の触媒担持炭素材料としては、例えば、

TEC10E50E、TEC10E70TPM、TEC10V30E、TEC10V50E、TEC66E50等の白金担持炭素粒子；

TEC66E50、TEC62E58等の白金-ルテニウム合金担持炭素粒子；
をいずれも田中貴金属工業社より購入することができるが、これらに限定されるものではない。

【0019】

<水性樹脂型分散剤>

本発明において使用する水性樹脂型分散剤(A)は、触媒担持炭素材料に対して分散剤として有効に機能し、その凝集を緩和することができる。

本発明における水性樹脂型分散剤(A)は、芳香環、及び脂肪族骨格の少なくとも一方を有するエチレン性不飽和単量体(a1)と、酸性官能基を有するエチレン性不飽和単量体(a2)と、を必須成分とする共重合体である。

水性樹脂型分散剤(A)は、酸性官能基の少なくとも一部を塩基性化合物で中和したものであることが好ましい。

【0020】

中和に使用される塩基性化合物としては、下記のもの挙げられる。

例えば、アンモニア水、ジメチルアミノエタノール、ジエタノールアミン、トリエタノールアミン等の各種有機アミン、水酸化ナトリウム、水酸化リチウム、水酸化カリウム等のアルカリ金属の水酸化物等の無機アルカリ剤等を使用することができる。上記したような共重合体は、水性液状媒体中に、分散又は溶解される。

【0021】

<不飽和単量体(a1)>

芳香環または脂肪族骨格の少なくとも一方を有するエチレン性不飽和単量体(a1)としては、芳香環を有するエチレン性不飽和単量体(a1-1)、脂肪族骨格を有するエチレン性不飽和単量体(a1-2)、及び、芳香族と脂肪族骨格の両方を有するエチレン性不飽和単量体が挙げられる。これらは単独もしくは2種類以上を併用して使用することができる。

芳香環を有するエチレン性不飽和単量体(a1-1)としては、芳香環を有しているものであれば特に限定されない。例えば、スチレン、 α -メチルスチレンもしくはベンジル(メタ)アクリレート等を例示することが出来る。

【0022】

脂肪族骨格を有するエチレン性不飽和単量体(a1-2)としては、脂肪族骨格を有しているものであれば特に限定されない。脂肪族骨格としては、飽和または不飽和の炭化水素基、及び1つ以上のヘテロ原子によって結合された飽和または不飽和の炭化水素である脂肪族基等があげられるが、その中でも、飽和炭化水素基、及びエーテル結合を有する飽和脂肪族基が好ましい。

【0023】

飽和炭化水素基としては、鎖式飽和炭化水素基と環式飽和炭化水素基が挙げられる。

鎖式飽和炭化水素基を有する不飽和単量体としては、具体的に例示すると、メチル(メタ)アクリレート、エチル(メタ)アクリレート、プロピル(メタ)アクリレート、ブチル(メタ)アクリレート等の炭素数1~22のアルキル基を有するアルキル(メタ)アクリレートがあり、好ましくは炭素数2~12、さらに好ましくは炭素数3~8のアルキル基を有するアルキル(メタ)アクリレートが挙げられる。これらのアルキル基は分岐していてもよく、具体例としては、イソプロピル(メタ)アクリレート、イソブチル(メタ)アクリレート、ターシャリーブチル(メタ)アクリレート、2-エチルヘキシル(メタ)アクリレート、2-ブチルヘキシル(メタ)アクリレート等が挙げられる。

また、 α -オレフィン化合物としては、1-ヘキセン、1-オクテン、1-デセン、1-ドデセン、1-テトラデセン、1-ヘキサデセン等が挙げられる。

【0024】

環状飽和炭化水素基を有する不飽和単量体としては、イソボルニル(メタ)アクリレート、ジシクロペンタニル(メタ)アクリレート、シクロヘキシル(メタ)アクリレート、トリメチルシクロヘキシル(メタ)アクリレート、1-アダマンチル(メタ)アクリレー

10

20

30

40

50

ト等が挙げられる。

【0025】

エーテル結合を有する飽和脂肪族基としてはポリオキシアルキレン構造が挙げられる。ポリオキシアルキレン構造を有する不飽和単量体の具体例としては、ジエチレングリコールモノ(メタ)アクリレート、ポリエチレングリコールモノ(メタ)アクリレート、及びポリプロピレングリコールモノ(メタ)アクリレート等の、末端に水酸基を有し、ポリオキシアルキレン鎖を有するモノアクリレートまたはモノメタアクリレート等、メトキシエチレングリコール(メタ)アクリレート、メトキシジエチレングリコール(メタ)アクリレート、メトキシポリエチレングリコール(メタ)アクリレート、及びメトキシポリプロピレングリコール(メタ)アクリレート等、末端にアルコキシ基を有し、ポリオキシアルキレン鎖を有するモノアクリレートまたはモノメタアクリレートがある。また、アルキルビニルエーテル化合物としては、ブチルビニルエーテル、エチルビニルエーテル等が挙げられる。

10

【0026】

また、エーテル結合を有する飽和脂肪族化合物は環式でもよく、具体例としては、グリシジル(メタ)アクリレート、テトラヒドロフルフリル(メタ)アクリレート等が挙げられる。

【0027】

<不飽和単量体(a2)>

酸性官能基を有するエチレン性不飽和単量体(a2)が有する酸性官能基としては、例えばカルボキシル基、スルホ基、リン酸基等を挙げることができ、これらのアルカリ金属塩若しくはアルカリ土類金属塩又はアンモニウム塩も使用することができる。

20

【0028】

カルボキシル基を有する不飽和単量体としては、マレイン酸、フマル酸、イタコン酸、シトラコン酸、アクリル酸、メタクリル酸、クロトン酸、けい皮酸等を例示することが出来る。特にメタクリル酸、アクリル酸が好ましい。

【0029】

スルホ基を有する不飽和単量体としては、ビニルスルホン酸、(メタ)アリルスルホン酸、スチレンスルホン酸、(メタ)アクリロイルオキシエチルスルホン酸、イソブレンスルホン酸、2-(メタ)アクリルアミド-2-メチルプロパンスルホン酸、アリルオキシベンゼンスルホン酸等が挙げられる。

30

【0030】

リン酸基を有する不飽和単量体としては、モノ(2-アクリロイルオキシエチル)アシッドホスフェート、モノ(2-メタクリロイルオキシエチル)アシッドホスフェート、ジフェニル(2-アクリロイルオキシエチル)ホスフェート、ジフェニル(2-メタクリロイルオキシエチル)ホスフェート、フェニル(2-アクリロイルオキシエチル)ホスフェート、アシッド・ホスホオキシエチルメタクリレート、メタクロイル・オキシエチルアシッドホスフェート・モノエタノールアミン塩、3-クロロ-2-アシッド・ホスホオキシプロピルメタクリレート、アシッド・ホスホオキシポリオキシエチレングリコールモノメタクリレート、アシッド・ホスホオキシポリオキシプロピレングリコールメタクリレート、(メタ)アクリロイルオキシエチルアシッドホスフェート、(メタ)アクリロイルオキシプロピルアシッドホスフェート、(メタ)アクリロイルオキシ-2-ヒドロキシプロピルアシッドホスフェート、(メタ)アクリロイルオキシ-3-ヒドロキシプロピルアシッドホスフェート、(メタ)アクリロイルオキシ-3-クロロ-2-ヒドロキシプロピルアシッドホスフェート、アリルアルコールアシッドホスフェート等が挙げられる。

40

【0031】

<不飽和単量体(a3)>

前記(a1)~(a2)以外のその他の単量体(a3)は、例えば下記のもの挙げられる。

【0032】

50

水酸基含有の不飽和単量体としては、2 - ヒドロキシエチル (メタ) アクリレート、2 - ヒドロキシプロピル (メタ) アクリレート、4 - ヒドロキシブチル (メタ) アクリレート、グリセロールモノ (メタ) アクリレート、アリルアルコール等が挙げられる。

【0033】

窒素含有不飽和単量体としては、(メタ) アクリルアミド、N - メチロール (メタ) アクリルアミド、N - メトキシメチル - (メタ) アクリルアミド等のモノアルキロール (メタ) アクリルアミド、

N, N - ジ (メチロール) アクリルアミド、N - メチロール - N - メトキシメチル (メタ) アクリルアミド、N, N - ジ (メトキシメチル) アクリルアミド等のジアルキロール (メタ) アクリルアミドといったアクリルアミド系不飽和化合物や、

ジメチルアミノエチル (メタ) アクリレート、ジエチルアミノエチル (メタ) アクリレート、メチルエチルアミノエチル (メタ) アクリレート、ジメチルアミノスチレン、ジエチルアミノスチレン等のアミノ基を有するエチレン性不飽和単量体が挙げられる。

【0034】

更にその他の不飽和単量体としては、パーフルオロメチルメチル (メタ) アクリレート、パーフルオロエチルメチル (メタ) アクリレート、2 - パーフルオロブチルエチル (メタ) アクリレート、2 - パーフルオロヘキシルエチル (メタ) アクリレート等の炭素数 1 ~ 20 のパーフルオロアルキル基を有するパーフルオロアルキルアルキル (メタ) アクリレート類；

パーフルオロブチルエチレン、パーフルオロヘキシルエチレン、パーフルオロオクチルエチレン、パーフルオロデシルエチレン等のパーフルオロアルキル、アルキレン類等のパーフルオロアルキル基含有ビニルモノマー、ビニルトリクロルシラン、ビニルトリス (メトキシエトキシ) シラン、ビニルトリエトキシシラン、- (メタ) アクリロキシプロピルトリメトキシシラン等のシラノール基含有ビニル化合物及びその誘導体などを挙げる事ができ、これらの群から複数用いることができる。

【0035】

その他の不飽和単量体 (a3) の中でも、好ましくはアミノ基を有するエチレン性不飽和単量体である。

【0036】

< 不飽和単量体 (a1) ~ (a3) の構成比、及び機能 >

本発明で用いられる水性樹脂型分散剤 (A) 中の共重合体を構成する不飽和単量体の比率は、不飽和単量体 (a1) ~ (a3) の合計を 100 質量%とした場合に、

芳香環及び脂肪族骨格の少なくとも一方を有するエチレン性不飽和単量体 (a1) : 10 ~ 90 質量%

酸性官能基を有するエチレン性不飽和単量体 (a2) : 10 ~ 90 質量%

前記 (a1) ~ (a2) 以外のその他の不飽和単量体 (a3) : 0 ~ 80 質量%

好ましくは、(a1) : 15 ~ 70 質量%、(a2) : 15 ~ 70 質量%、(a3) : 1 ~ 70 質量%である。

より好ましくは、(a1) : 30 ~ 70 質量%、(a2) : 15 ~ 50 質量%、(a3) : 1 ~ 40 質量%である。

【0037】

芳香環及び脂肪族骨格の少なくとも一方を有するエチレン性不飽和単量体 (a1) 由来の芳香環や脂肪族骨格が、前述の触媒担持炭素材料への主たる吸着部位となると推測している。

また、酸性官能基を有するエチレン性不飽和単量体 (a2) は、共重合体を水性液状媒体に溶解ないし分散させる機能を担う。酸性官能基を中和した場合、その効果がより大きくなるため好ましい。

そして、触媒担持炭素材料に、芳香環や脂肪族骨格を介してコポリマーが吸着し、好ましくは中和され、イオン化された酸性官能基の電荷反発により、触媒担持炭素材料の水性液状媒体中における分散状態を安定に保つことが出来るようになったものと考察される。

10

20

30

40

50

【0038】

上記不飽和単量体(a1)～(a3)を共重合してなる共重合体の分子量は特に制限はないが、触媒担持炭素材料の分散性の観点から、水性樹脂型分散剤(A)の固形分20%水溶液における粘度が、好ましくは5～100,000 mPa・sであり、さらに好ましくは10～50,000 mPa・sである。

尚、本発明における粘度とは、B型粘度計を用いて25℃の条件下で測定した値である。

【0039】

<製造方法>

水性樹脂型分散剤(A)は、種々の製造方法で得ることができる。

例えば、上記不飽和単量体(a1)～(a3)を、水と共沸し得る有機溶剤中で重合する。その後、水に代表される水性液状媒体と、好ましくは中和剤とを加えて酸性官能基の少なくとも一部を中和し、共沸可能な溶剤を留去し、水性樹脂型分散剤(A)の水溶液ないし水性分散液を得ることができる。

重合時の有機溶剤としては、水と共沸するものであれば良いが、コポリマーに対し溶解性の高いものが良く、好ましくはエタノール、1-プロパノール、2-プロパノール、1-ブタノールがあり、さらに好ましくは1-ブタノールがある。

【0040】

あるいは、親水性有機溶剤中で共重合し、水と、好ましくは中和剤を加えて中和し、親水性有機溶剤は留去せず、親水性有機溶剤と水を含む水性液状媒体に、水性樹脂型分散剤(B)が溶解ないし分散した液を得ることができる。

この場合、用いられる親水性有機溶剤としては、コポリマーに対し溶解性の高いものが良く、好ましくはグリコールエーテル類、ジオール類、さらに好ましくは(ポリ)アルキレングリコールモノアルキルエーテル、炭素数3～6のアルカンジオール類が良い。

【0041】

コポリマーの中和に使用される中和剤としては、下記のもの挙げられる。

例えば、アンモニア水、ジメチルアミノエタノール、ジエタノールアミン、トリエタノールアミン等の各種有機アミン、水酸化ナトリウム、水酸化リチウム、水酸化カリウム等のアルカリ金属の水酸化物等の無機アルカリ剤、有機酸や鉱酸等を使用することができる。上記したようなコポリマーは、水性液媒体中に、分散又は溶解される。

【0042】

本発明における水溶性樹脂型分散剤(A)は、触媒担持炭素材料の分散剤として機能し、触媒活性や導電性を阻害することなく、分散安定性に優れた水性触媒ペースト組成物を提供することができる。本発明の水触媒ペースト組成物は、優れた分散安定性を示すだけでなく、保存安定性に優れ、バインダーを添加する際にも、その分散状態を維持したまま混合分散することができる。また、バインダーとの濡れ性を改善できる。よって、バインダーとして、プロトン伝導性ポリマーを使用した場合は、塗膜中での触媒担持炭素材料とプロトン伝導性ポリマーとの密着性や、触媒活性点へのプロトン伝導性も向上できるため、水性触媒インキ組成物に好適に使用できる。

【0043】

<水性液状媒体>

本発明に使用する水性液状媒体としては、水を使用することが好ましいが、必要に応じて、例えば、導電性支持体もしくは転写基材への塗工性向上のために、水と相溶する液状媒体を使用しても良い。

水と相溶する液状媒体としては、アルコール類、グリコール類、セロソルブ類、アミノアルコール類、アミン類、ケトン類、カルボン酸アミド類、リン酸アミド類、スルホキシド類、カルボン酸エステル類、リン酸エステル類、エーテル類、ニトリル類等が挙げられ、水と相溶する範囲で使用しても良い。特に、プロトン伝導性ポリマーとの相溶性及び触媒インキ組成物とした場合の乾燥効率の問題から、アルコール類が好適に使用できる。アルコール類としては、例えば、沸点80～200℃程度の1価のアルコールないし多価ア

10

20

30

40

50

ルコールが利用でき、好ましくは炭素数が4以下のアルコール系溶剤が挙げられる。具体的には、1-プロパノール、2-プロパノール、1-ブタノール、2-ブタノール、t-ブタノール等が挙げられる。これらの1価のアルコールの中でも、1-プロパノールが好ましい。多価アルコールとしては具体的には、プロピレングリコール、エチレングリコール等が好ましく、中でもプロピレングリコールが特に好ましい。

【0044】

<燃料電池用水性触媒インキ組成物>

本発明の水性触媒インキ組成物中に含まれる触媒担持炭素材料、水性樹脂型分散剤(A)およびバインダーの割合は、限定されるものではなく、広い範囲内で適宜選択され得る。

10

【0045】

水性触媒インキ組成物の調製方法も特に制限は無い。調製は、各成分を同時に分散しても良いし、触媒ペースト組成物を分散後、バインダーを添加してもよく、使用する触媒担持炭素材料、バインダー、水性液状媒体により最適化することができる。但し、水性触媒ペースト組成物を先に作製し、バインダーを後添加して水性触媒インキ組成物を作製すると、分散時間の短縮などコストダウンに大きく貢献することができる。

【0046】

例えば、本発明の水性触媒インキ組成物では、触媒担持炭素材料を100質量部に対して、水性樹脂型分散剤が0.01~25質量部、好ましくは0.02~10質量部、バインダーが5~300質量部、好ましくは10~250質量部である。

20

【0047】

<分散機・混合機>

燃料電池用水性触媒ペースト組成物や燃料電池用水性触媒インキ組成物を得る際に用いられる装置としては、顔料分散等に通常用いられている分散機、混合機が使用できる。

例えば、ディスパー、ホモミキサー、若しくはプラネタリーミキサー等のミキサー類；エム・テック社製「クレアミックス」、若しくはPRIMIX社「フィルミックス」等のホモジナイザー類；ペイントコンディショナー（レッドデビル社製）、ボールミル、サンドミル（シンマルエンタープライゼス社製「ダイノミル」等）、アトライター、パールミル（アイリッヒ社製「DCPミル」等）、若しくはコボールミル等のメディア型分散機；湿式ジェットミル（ジナス社製「ジナスPY」、スギノマシン社製「スターバースト」、ナノマイザー社製「ナノマイザー」等）、エム・テック社製「クレアSS-5」、若しくは奈良機械社製「MICROS」等のメディアレス分散機；または、その他ロールミル等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。また、分散機としては、分散機からの金属混入防止処理を施したものをを用いることが好ましい。

30

【0048】

例えば、メディア型分散機を使用する場合は、アジテーター及びベッセルがセラミック製又は樹脂製の分散機を使用する方法や、金属製アジテーター及びベッセル表面をタングステンカーバイド溶射や樹脂コーティング等の処理をした分散機を用いることが好ましい。そして、メディアとしては、ガラスビーズ、または、ジルコニアビーズ、若しくはアルミナビーズ等のセラミックビーズを用いることが好ましい。また、ロールミルを使用する場合についても、セラミック製ロールを用いることが好ましい。分散装置は、1種のみを使用しても良いし、複数種の装置を組み合わせ使用しても良い。また、強い衝撃で触媒担持炭素材料が割れたり、潰れたりしやすい場合は、メディア型分散機よりは、ロールミルやホモジナイザー等のメディアレス分散機が好ましい。

40

【0049】

<バインダー>

本発明におけるバインダーとは、触媒担持炭素材料などの粒子を結着させるために使用されるものであり、それら粒子を溶媒中へ分散させる効果は小さいものである。

バインダーとしては、従来公知のものを使用することができ、例えば、アクリル樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリエステル樹脂、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、フェノキシ樹脂

50

、尿素樹脂、メラミン樹脂、アルキッド樹脂、ホルムアルデヒド樹脂、シリコン樹脂、フッ素樹脂、カルボキシメチルセルロース等のセルロース樹脂、スチレン・ブタジエンゴムやフッ素ゴム等の合成ゴム、ポリアニリンやポリアセチレン等の導電性樹脂等、ポリフッ化ビニリデン、ポリフッ化ビニル、及びテトラフルオロエチレン等のフッ素原子を含む高分子化合物が挙げられる。又、これらの樹脂の変性物、混合物、又は共重合体でも良く、水溶性の樹脂であっても、水分散型の樹脂であっても良い。これらバインダーは、1種または複数を組み合わせて使用することも出来る。

燃料電池用触媒層のバインダーとしては、膜中にプロトンを伝導する観点からプロトン伝導性ポリマーがより好ましいが、金属-空気電池でもみられるように、液体電解質が使用される場合はこの限りではない。

【0050】

<プロトン伝導性ポリマー>

プロトン伝導性ポリマーとしては、親水性官能基を有するバインダーを指し、プロトン伝導度として100%RH、25℃で $10^{-3} \text{ S cm}^{-1}$ 以上を示すものが好ましい。

ここで、親水性官能基としては、スルホ基、カルボキシル基、りん酸基等の酸性官能基、水酸基、アミノ基等の塩基性官能基が挙げられるが、プロトン解離性の観点から、スルホ基、カルボキシル基、りん酸基、及び水酸基がより好ましい。

プロトン伝導性を示すポリマーとしては、スルホ基を導入した、オレフィン系樹脂（ポリスチレンスルホン酸、ポリビニルスルホン酸等）、ポリイミド系樹脂、フェノール樹脂、ポリエーテルケトン系樹脂、ポリベンズイミダゾール系樹脂、及びポリスチレン系樹脂、スチレン・エチレン・ブチレン・スチレン共重合体のスルホン酸ドーパ品、パーフルオロスルホン酸系樹脂等のスルホン酸を有する樹脂；

ポリアクリル酸、カルボキシメチルセルロース等のカルボン酸を有する樹脂；

ポリビニルアルコール等の水酸基を有する樹脂；

ポリアリルアミン、ポリジアリルアミン、ポリジアリルジメチルアンモニウム塩、イミダゾール部分で酸と塩形成したポリベンズイミダゾール系樹脂等のアミノ基を有する樹脂；

ポリアクリルアミド、ポリビニルピロリドン、ポリビニルイミダゾール等の、その他の親水性官能基を有する樹脂が挙げられる。特に、パーフルオロスルホン酸系樹脂は、電気陰性度の高いフッ素原子を導入する事で化学的に非常に安定し、スルホ基の解離度が高く、高いプロトン伝導性が実現できる。このようなプロトン伝導性ポリマーの具体例としては、デュポン社製の「Nafion」等が挙げられる。通常、プロトン伝導性ポリマーは、ポリマーを5～30質量%程度含むアルコール水溶液として使用される。アルコールとしては、例えば、メタノール、プロパノール、エタノールジエチルエーテル等が使用される。

【0051】

<燃料電池用触媒層>

燃料電池用触媒層は、前述の水性触媒インキ組成物を導電性支持体（カーボンペーパーなど）に直接塗布及び乾燥することにより形成されてもよく、また触媒インキ組成物をテフロン（登録商標）シート等の剥離可能な転写基材に塗布乾燥後、固体高分子電解質膜に転写することにより形成されてもよい。

【0052】

燃料電池用水性触媒インキ組成物の塗布方法としては、特に限定されるものではなく、例えば、ナイフコーター、バーコーター、ブレードコーター、スプレー、ディップコーター、スピンコーター、ロールコーター、ダイコーター、カーテンコーター、スクリーン印刷等の一般的な方法を適用できる。

【0053】

塗布した後、乾燥することにより、塗膜（燃料電池用触媒層）が形成される。乾燥温度は、通常40～120℃程度、好ましくは75～95℃程度である。また、乾燥時間は、乾燥温度にもよるが、通常5分～2時間程度、好ましくは30分～1時間程度である。塗布乾燥後の燃料電池用触媒層の厚みは、通常0.5μm～80μm程度がよい。

10

20

30

40

50

【0054】

上記の燃料電池用触媒層を固体高分子電解質膜に転写する場合の加圧レベルは、転写不良を避けるために、通常0.5MPa～30MPa程度、好ましくは1MPa～20MPa程度がよい。また、この加圧操作の際に、加圧面を加熱することがより好ましい。加熱温度は、固体高分子電解質膜の破損、変性等を避けるために、通常200以下、好ましくは120～150程度がよい。

【0055】

<燃料電池用電極膜接合体>

本発明における燃料電池用電極膜接合体とは、プロトン伝導性の固体高分子電解質膜の片面もしくは両面に、燃料電池用触媒層が密着して形成され、さらに、その片面もしくは両面に、カーボンペーパー等の導電性支持体が密着して具備したものを意味する。

10

【0056】

燃料電池用電極膜接合体の製造方法としては、固体高分子電解質膜の片面もしくは両面に、転写基材上に予め形成された燃料電池用触媒層を転写後、導電性支持体を熱圧着することで燃料電池用電極膜接合体を作製する方法が挙げられる。また、固体高分子電解質膜の片面もしくは両面に、導電性支持体上に予め形成された燃料電池用触媒層を、熱圧着することで燃料電池用電極膜接合体を作製してもよい。

【0057】

上述の燃料電池用電極膜接合体において、導電性支持体と燃料電池用触媒層及び固体高分子電解質膜間を熱圧着する場合の、加圧レベルは、通常0.1MPa～50MPa程度、好ましくは1MPa～30MPa程度がよい。また、加熱温度としては、固体高分子電解質膜の破損、変性等を避けるために、通常200以下、好ましくは120～150程度がよい。

20

【0058】

<燃料電池用撥水層>

燃料電池用撥水層は、導電性支持体上に形成された微多孔質の層である。この層は、燃料電池の構成上、導電性支持体と触媒層の間に位置するため、触媒層の一部として取り扱われたり、あるいは撥水層やMPL(microporous layer、マイクロポラスレイヤー)とも呼ばれ、触媒層へのガス供給の均一化や、導電性の向上に加え、正極側で発電時に発生する水の排水性を向上させる等の役割を持つ。撥水層あるいはMPLは、例えば、炭素材料と、撥水性材料を含むインキ組成物をカーボンペーパー基材上に塗工後、300程度で焼成することにより形成できる。

30

【0059】

<固体高分子電解質膜>

固体高分子電解質膜としては、例えば、パーフルオロスルホン酸系のフッ素イオン交換樹脂等が挙げられる。電気陰性度の高いフッ素原子を導入する事で化学的に非常に安定し、スルホ基の解離度が高く、高いイオン伝導性が実現できる。具体例としてはデュボン社製の「Nafion」、旭硝子社製の「Flemion」、旭化成社製の「Aciplex」、ゴア(Gore)社製の「Gore Select」等が挙げられる。電解質膜の膜厚は、通常20μm～250μm程度、好ましくは10μm～80μm程度である。

40

【0060】

<導電性支持体>

導電性支持体は、負極又は正極を構成する各種の導電性支持体を使用できるが、固体高分子形燃料電池に代表される多くの燃料電池では、正極側では空気中の酸素を取り入れ、負極側では水素を取り込めるように気体が通過および拡散できるような多孔質または繊維状の支持体であることが好ましい。更に電子の出し入れが必要なため導電性を有する材料を用いなければならない。好ましくは炭素素材からなるカーボンペーパーや、カーボンフェルト、カーボンクロスなどがよい。具体例としては東レ社製の「TGP-H-090」等が挙げられる。これら導電性支持体は、燃料電池ではガス拡散層あるいはGDLとも呼ばれる。

50

【 0 0 6 1 】

< 燃料電池用触媒電極 >

本発明における燃料電池用触媒電極は、前述の燃料電池用触媒層が導電性支持体上に形成されたものや、導電性支持体上に形成された燃料電池用撥水層上に、さらに燃料電池用触媒層が形成されたものを意味し、本発明の水性触媒インキ組成物を導電性支持体に直接塗布及び乾燥することにより形成することができる。

【 0 0 6 2 】

< 転写基材 >

転写基材は水性触媒インキ組成物を塗布することで燃料電池用触媒層を形成し、転写基材上にある触媒層をナフィオンなどの固体高分子電解質膜に転写するためのフィルム基材である。転写基材としては、安価で入手が容易な高分子フィルムが好ましく、ポリテトラフルオロエチレン、ポリイミド、ポリエチレンテレフタレート等がより好ましい。具体例としてはテフロン（登録商標）シート等が挙げられる。転写基材の厚さは、取り扱い性及び経済性の観点から、通常 $6\ \mu\text{m} \sim 100\ \mu\text{m}$ 程度、好ましくは $10\ \mu\text{m} \sim 50\ \mu\text{m}$ 程度、より好ましくは $15\ \mu\text{m} \sim 30\ \mu\text{m}$ 程度とするのがよい。

10

【 0 0 6 3 】

< 燃料電池 >

燃料電池は使用する電解質により、いくつかのタイプに分類することができるが、本発明の燃料電池には、固体高分子形燃料電池、金属 空気電池が好ましい。

【 0 0 6 4 】

< 固体高分子形燃料電池 >

固体高分子形燃料電池は、固体高分子電解質 4 を挟むように、対向配置されたセパレータ 1、ガス拡散層 2、負極触媒層（燃料極） 3、正極触媒層（空気極） 5、ガス拡散層 6、及びセパレータ 7 とから構成される。

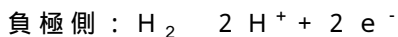
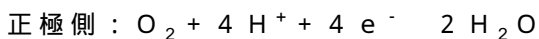
20

上記セパレータ 1、7 は、燃料ガス（水素）や酸化剤ガス（酸素）等の反応ガスの供給、排出を行う。そして、負極及び正極触媒層 3、5 に、ガス拡散層 2、6 を通じてそれぞれ均一に反応ガスが供給されると、両電極に備えられた触媒と固体高分子電解質 4 との境界において、気相（反応ガス）、液相（固体高分子電解質膜）、固相（両電極が持つ触媒）の三相界面が形成される。そして、電気化学反応を生じさせることで直流電流が発生する。

30

【 0 0 6 5 】

上記電気化学反応において、



の反応が起こり、負極側で生成された H^+ イオン（プロトン）は固体高分子電解質 4 中を正極側に向かって移動し、 e^- （電子）は外部の負荷を通過して正極側に移動する。

【 0 0 6 6 】

一方、正極側では酸化剤ガス中に含まれる酸素と、負極側から移動してきた H^+ イオン及び e^- とが反応して水が生成される。この結果、上述の燃料電池は、水素と酸素とから直流電力を発生し、水を生成することになる。

40

【 0 0 6 7 】

負極の燃料源として、水素ガスを使用せず、メタノールやエタノール等の液体燃料を使用する場合がある。この際、メタノールやエタノール等の液体燃料が負極触媒層により酸化され、 e^- （電子）および H^+ イオン（プロトン）が発生し、正極側では上述の水素ガスを使用した燃料電池と同様の反応が生起することで発電することができる。

【 0 0 6 8 】

< 金属 空気電池 >

金属 空気電池は、負極活物質として金属を使用し、発生した e^- （電子）および金属イオンにより、正極側の酸素還元反応を利用して発電することができ、充放電させることで 2 次電池としても機能する。

50

金属 空気電池の構成としては、負極活物質としての金属を有する負極と、触媒担持炭素材料等を塗布した正極となる導電性支持体、前記正極と負極の間で金属イオンの伝導を担う電解質層、及びセパレータよりなる。

正極としては、本発明における燃料電池用水性触媒ペースト組成物やインキ組成物を導電性支持体に塗布した燃料電池用触媒電極、燃料電池用電極膜接合体も好適に使用することができる。

【0069】

<金属 空気電池用負極>

金属 空気電池用負極は、負極活物質を有する負極槽と接触するように電解質層が配置されている。負極活物質は、通常、伝導するイオンとなる金属元素を有している。上記金属元素としては、例えば、リチウム(Li)、ナトリウム(Na)、亜鉛(Zn)、鉄(Fe)、アルミニウム(Al)、マグネシウム(Mg)、マンガン(Mn)、ケイ素(Si)、チタン(Ti)、クロム(Cr)及びバナジウム(V)などを挙げることができる。中でも、エネルギー密度が高い電池を得ることができるため、Liであることが好ましい。また、金属単体だけでなく、合金や金属酸化物、金属窒化物なども挙げることができるが、これらに限定されるものではなく、金属-空気電池に適用される従来公知のものを適用することができる。

10

【0070】

<電解質層>

電解質層は、上記の金属-空気電池の正極と負極の間で金属イオンの伝導を行うものである。金属イオンの種類は、上述した負極活物質の種類によって異なり、その形態も金属イオン伝導性が有するものであれば特に限定されるものではない。例えば、水溶液や非水溶液を適用することもできるし、それらをポリマーマトリクスで保持したゲル状高分子電解質や、ポリマー電解質及び無機固体電解質を使用してもよい。また、固体電解質やセパレータを使用して、正極側、負極側で異なる電解液を使用してもよい。

20

【0071】

リチウムイオンの伝導を考えた場合、電解液としては、リチウムを含んだ電解質を水または非水系の溶剤に溶解したものをを用いる。

電解質としては、 LiBF_4 、 LiClO_4 、 LiPF_6 、 LiAsF_6 、 LiSbF_6 、 LiCF_3SO_3 、 $\text{Li}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}$ 、 $\text{LiC}_4\text{F}_9\text{SO}_3$ 、 $\text{Li}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3\text{C}$ 、 LiI 、 LiBr 、 LiCl 、 LiAlCl_4 、 LiHF_2 、 LiSCN 、又は LiBPh_4 等が挙げられるがこれらに限定されない。

30

【0072】

非水系の溶剤としては特に限定はされないが、例えば、エチレンカーボネート、プロピレンカーボネート、ブチレンカーボネート、ジメチルカーボネート、エチルメチルカーボネート、及びジエチルカーボネート等のカーボネート類；
- ブチロラクトン、 - パレロラクトン、及び - オクタノイックラクトン等のラクトン類；

テトラヒドロフラン、2-メチルテトラヒドロフラン、1,3-ジオキソラン、4-メチル-1,3-ジオキソラン、1,2-メトキシエタン、1,2-エトキシエタン、及び1,2-ジブトキシエタン等のグライム類；

40

メチルフォルメート、メチルアセテート、及びメチルプロピオネート等のエステル類；ジメチルスルホキシド、及びスルホラン等のスルホキシド類；並びに、

アセトニトリル等のニトリル類等が挙げられる。又これらの溶剤は、それぞれ単独で使用しても良いが、2種以上を混合して使用しても良い。

【0073】

さらに上記電解液を、ポリマーマトリクスに保持しゲル状とした高分子電解質とする場合、ポリマーマトリクスとしては、ポリアルキレンオキシドセグメントを有するアクリレート系樹脂、ポリアルキレンオキシドセグメントを有するポリホスファゼン系樹脂、及びポリアルキレンオキシドセグメントを有するポリシロキサン等が挙げられるがこれらに限

50

定されない。

【0074】

<セパレータ>

セパレータとしては、例えば、ポリエチレン不織布、ポリプロピレン不織布、ポリアミド不織布及びそれらに親水性処理を施したものが挙げられるが、特にこれらに限定されるものではない。

【0075】

以下に、燃料電池の性能を評価する方法の一例を示す。燃料電池用電極膜接合体を5cm角の試料とし、その両側からガス漏えい防止のため、ガスケットを2枚、次いでセパレータとしてグラファイトプレート2枚ではさみ、更に両側から集電板を2枚装着して単セルとして作製する。正極（空気極）側から加湿した酸素ガスを供給し、負極（燃料極）側から加湿した水素ガスを供給して電池特性を測定する。

10

【0076】

なお、本発明における水性触媒ペースト組成物、水性触媒インキ組成物、触媒層、触媒電極の用途は、上述の燃料電池に限定するものではなく、排ガス浄化、水処理浄化等にも用いることが可能である。

【実施例】

【0077】

以下に、本発明を実施例に基づいて説明するが、本発明はこれによって限定されるものではない。なお、実施例及び比較例中、特に断りの無い限り、「部」とは「質量部」、「%」とは「質量%」を意味する。

20

【0078】

(合成例1)

ガス導入管、温度計、コンデンサー、攪拌機を備えた反応容器に、n-ブタノール200.0部を仕込み、窒素ガスで置換した。反応容器内を110℃に加熱して、スチレン140.0部、アクリル酸60.0部、および重合開始剤としてV-601（和光純薬工業製）12.0部の混合物を2時間かけて滴下し、重合反応を行った。滴下終了後、さらに110℃で3時間反応させた後、V-601（和光純薬工業製）0.6部を添加し、さらに110℃で1時間反応を続けて、共重合体（1）溶液を得た。

さらに、室温まで冷却した後、ジメチルアミノエタノール74.2部添加し中和した。これは、共重合体中のカルボキシル基を100%中和する量である。さらに、水を400部添加して水性化した後、100℃まで加熱し、ブタノールを水と共沸させてブタノールを留去した。

30

水で希釈し、不揮発分20%の水性樹脂型分散剤（1）の水溶液を得た。また、不揮発分20%の水性樹脂型分散剤（1）の水溶液の粘度は、40mPa・sであった。

【0079】

(合成例2～15)

表1に示す配合組成、中和剤、中和率に変更した以外は、合成例1と同様の方法で合成、中和を行い、合成例2～15の水性樹脂型分散剤の水溶液を得た。

【0080】

40

【表 1】

表1

合成例	単量体 (a1)		単量体 (a2)			単量体 (a3)		中和剤	中和率	モノマーに対する開始剤量 (質量%)
	St	BA	AA	MAA	2-SEMA	HEMA	DM			
合成例 1	70		30					DMAE	100%	6%
合成例 2	20	50	30					アンモニア	100%	4%
合成例 3	30	20		50				DMAE	75%	6%
合成例 4		20	20			60		NaOH	100%	6%
合成例 5	50			30			20	DMAE	100%	6%
合成例 6	25			35		20	20	アンモニア	100%	6%
合成例 7	30		70					DMAE	50%	2%
合成例 8	65		30				5	DMAE	100%	6%
合成例 9	30		70					なし	0%	6%
合成例 10		70		30				DMAE	100%	6%
合成例 11	75				25			なし	0%	6%
合成例 12	30			40	30			アンモニア	100%	6%
合成例 13	40				30	30		アンモニア	75%	6%
合成例 14			100					DMAE	100%	6%
合成例 15				5			95	DMAE	100%	6%

St : スチレン

BA : ブチルアクリレート

AA : アクリル酸

MAA : メタクリル酸

2-SEMA : 2-スルホエチルメタクリレート

HEMA : ヒドロキシエチルメタクリレート

DM : ジメチルアミノエチルメタクリレート

DMAE : ジメチルアミノエタノール

NaOH : 水酸化ナトリウム

【0081】

(触媒担持炭素材料 : X1 ~ X4)

触媒担持炭素材料は、以下の市販品を使用した。

X1 : 30質量% Pt 担持カーボン TEC10E30E ; 田中貴金属社製

X2 : 50質量% Pt 担持カーボン TEC10E50E ; 田中貴金属社製

X3 : 30質量% Pt 担持カーボン TEC10V30E ; 田中貴金属社製

X4 : 60質量% Pt 担持カーボン HISPEC9100 ; ジョンソン・マッセイ社製

【0082】

< 触媒ペースト組成物の調製 >

[実施例 1 - a]

触媒担持炭素材料 (X1) を 5.7 質量部、水性液状媒体として水 92.88 質量部、合成例 (1) に記載の水性樹脂型分散剤 (1) の水溶液を 1.42 質量部 (触媒担持炭素材料を 100 質量部に対して樹脂固形分で 5 質量部) を配合し、ディスパー (プライミクス社製、T.K ホモディスパー) にて 30 分間攪拌混合し、本発明の触媒ペースト組成物 (1) (固形分濃度 5.98 質量%、触媒ペースト組成物 100 質量% としたときの触媒担持炭素材料と水性樹脂型分散剤の合計した割合) を調製した。

【0083】

[実施例 2 - a ~ 実施例 24 - a、比較例 1 - a ~ 7 - a]

触媒担持炭素材料、水性液状媒体、および分散剤の種類と組成を、表 2 の様に変更した以外は、実施例 1 - a と同様にして触媒ペースト組成物 (2) ~ (31) を調製した。

【0084】

< 触媒ペースト組成物の評価 >

触媒ペースト組成物は、粘度と分散粒径によって分散性を評価した。

粘度は、E型粘度計（東機産業社製、「RE80型粘度計」）を使用し、6rpmの回転速度で、温度25において測定した。

粒径は、動的光散乱方式の粒度分布計（日機装社製「マイクロトラックUPA」）を用いて体積粒度分布を測定し、粒径の細かいものからその粒子の体積割合を積算していったときに50%となるところの平均粒径（D₅₀）とした。

表2に触媒ペースト組成物の分散性評価の結果を示す。粘度が低く、粒径が小さいものほど、分散性が優れていることを示す。

【0085】

【表2】

表2

		触媒ペースト組成物					分散性評価	
		触媒担持炭素材料	水性樹脂型分散剤		水性液状媒体	固形分比率%	粘度	粒径D ₅₀
		種類	種類	触媒100質量部に 対する配合量(部)	種類		Pa・s	μm
実施例 1	(1)	X1	合成例1	5	水	5.98	0.24	0.27
実施例 2	(2)	X1	合成例2	5	水	5.98	0.42	0.3
実施例 3	(3)	X1	合成例3	5	水	5.98	0.48	0.31
実施例 4	(4)	X1	合成例4	5	水	5.98	0.43	0.33
実施例 5	(5)	X1	合成例5	5	水	5.98	0.12	0.25
実施例 6	(6)	X1	合成例6	5	水	5.98	0.44	0.31
実施例 7	(7)	X1	合成例7	5	水	5.98	0.4	0.29
実施例 8	(8)	X1	合成例8	5	水	5.98	0.11	0.24
実施例 9	(9)	X1	合成例9	5	水	5.98	0.61	0.33
実施例 10	(10)	X1	合成例10	5	水	5.98	0.22	0.27
実施例 11	(11)	X1	合成例11	5	水	5.98	0.66	0.33
実施例 12	(12)	X1	合成例12	5	水	5.98	0.23	0.26
実施例 13	(13)	X1	合成例13	5	水	5.98	0.21	0.28
実施例 14	(14)	X2	合成例1	5	水	5.98	0.26	0.27
実施例 15	(15)	X3	合成例1	5	水	5.98	0.22	0.29
実施例 16	(16)	X4	合成例1	5	水	5.98	0.23	0.32
実施例 17	(17)	X2	合成例5	5	水	5.98	0.12	0.26
実施例 18	(18)	X3	合成例5	5	水	5.98	0.1	0.25
実施例 19	(19)	X4	合成例5	5	水	5.98	0.11	0.24
実施例 20	(20)	X1	合成例1	10	水	6.25	0.16	0.29
実施例 21	(21)	X1	合成例1	1	水	5.77	0.42	0.27
実施例 22	(22)	X1	合成例1	5	水/2-PrOH= 1/1	5.98	0.26	0.26
実施例 23	(23)	X1	合成例1	5	水/BuOH= 1/5	5.98	0.25	0.29
実施例 24	(24)	X1	合成例1	5	水/PGM= 1/1	5.98	0.25	0.28
比較例 1	(25)	X1	-	-	水	5.7	1.34	0.93
比較例 2	(26)	X2	-	-	水	5.7	3.05	0.73
比較例 3	(27)	X3	-	-	水	5.7	2.64	0.82
比較例 4	(28)	X4	-	-	水	5.7	1.84	0.83
比較例 5	(29)	X1	合成例14	5	水	5.98	1.26	0.67
比較例 6	(30)	X1	合成例15	5	水	5.98	1.28	0.58
比較例 7	(31)	X1	HEC	5	水	5.98	3.62	0.83

HEC：ヒドロキシエチルセルロース

2-PrOH：2-プロパノール

BuOH：ブタノール

PGM：プロピレングリコールモノメチルエーテル

【0086】

表2において、水/2-PrOH=1/1とは、水と2-プロパノールを質量比で同量混合した、混合溶剤を表す。水/BuOH=1/5、水/PGM=1/1に関しても同様である。

【0087】

[実施例1-b 触媒インキ組成物の調製]

触媒ペースト組成物(1)84質量部に、バインダーとして20質量%ナフィオン(Nafion(登録商標))分散溶液(デュボン社製、CStypeDE2020)16質量部を添加し、ディスパー(プライミクス社製、T.Kホモディスパー)にて30分間攪拌混合することで触媒インキ組成物(1)(固形分濃度8.22質量%、触媒インキ組成物100質量%としたときの触媒担持炭素材料、プロトン伝導性ポリマー、水性樹脂型分散剤の合計した割合)を調製した。

10

20

30

40

50

【0088】

[実施例 2 - b ~ 実施例 2 4 - b、比較例 1 - b ~ 比較例 7 - b]

触媒ペースト組成物(1)の代わりに、触媒ペースト組成物(2)~(31)に変更した以外は、実施例 1 bと同様にして、触媒インキ組成物(2)~(31)を調製した。

【0089】

< 触媒インキ組成物の評価 >

触媒インキ組成物は、下記に示す保存安定性評価及びナフィオン吸着率によって評価した。評価結果を表3に示す。

【0090】

(保存安定性評価)

触媒インキ組成物の保存安定性は、調製直後の粘度(初期粘度)と、50、10日保存後の粘度(経時粘度)をそれぞれ測定し、それらの粘度変化率(経時粘度/初期粘度)によって評価した。粘度は、いずれもE型粘度計(東機産業社製、「RE80型粘度計」)を使用し、6rpmの回転速度で、温度25において測定した。

粘度変化率が小さいもの程、保存安定性が優れていることを示す。

【0091】

(ナフィオン吸着率評価)

5mmのNMR試料管(二重管)の外管に触媒インキ組成物を、内管に外部標準溶液としてベンゾトリフルオライドの0.5質量%ジメチルスルホキシド-d6溶液を充填し、核磁気共鳴装置(日本電子社製、「FT-NMR ECX-400」)を用いて、27、共鳴周波数376MHzの条件下で¹⁹F-NMRを測定した。得られたNMRスペクトルの-80ppm付近のピーク面積と、予め取得しておいた濃度既知のナフィオン分散溶液を測定して作成した検量線を比較することによって、触媒インキ組成物中の遊離ナフィオンの量を算出し、触媒インキ組成物作製時に添加した総ナフィオン量との比率からナフィオン吸着率を算出した。

ナフィオン吸着率が高いもの程、触媒インキ組成物中の遊離ナフィオンが少なく、触媒インキ組成物中で均一にナフィオンが分布していることを示している。また、続く塗工工程において、均一な触媒層形成に多分に寄与する。

【0092】

【表3】

表3

	使用した触媒ペースト組成物	触媒インキ組成物	保存安定性評価			ナフィオン吸着率(%)
			初期粘度(Pa·s)	経時粘度(Pa·s)	粘度変化率(%)	
実施例 1-b	(1)	(1)	0.21	0.24	114	65
実施例 2-b	(2)	(2)	0.23	0.28	121	58
実施例 3-b	(3)	(3)	0.23	0.27	119	57
実施例 4-b	(4)	(4)	0.21	0.25	118	58
実施例 5-b	(5)	(5)	0.2	0.21	107	72
実施例 6-b	(6)	(6)	0.24	0.27	113	55
実施例 7-b	(7)	(7)	0.23	0.26	114	57
実施例 8-b	(8)	(8)	0.21	0.22	106	78
実施例 9-b	(9)	(9)	0.24	0.30	124	51
実施例 10-b	(10)	(10)	0.22	0.25	113	64
実施例 11-b	(11)	(11)	0.25	0.31	122	51
実施例 12-b	(12)	(12)	0.22	0.24	110	67
実施例 13-b	(13)	(13)	0.22	0.24	109	63
実施例 14-b	(14)	(14)	0.23	0.26	111	69
実施例 15-b	(15)	(15)	0.22	0.25	113	62
実施例 16-b	(16)	(16)	0.23	0.25	110	68
実施例 17-b	(17)	(17)	0.21	0.22	107	79
実施例 18-b	(18)	(18)	0.22	0.23	104	73
実施例 19-b	(19)	(19)	0.21	0.23	108	75
実施例 20-b	(20)	(20)	0.23	0.27	116	71
実施例 21-b	(21)	(21)	0.23	0.26	114	59
実施例 22-b	(22)	(22)	0.22	0.26	117	71
実施例 23-b	(23)	(23)	0.24	0.28	115	69
実施例 24-b	(24)	(24)	0.23	0.26	115	70
比較例 1-b	(25)	(25)	1.02	1.92	188	38
比較例 2-b	(26)	(26)	2.68	5.47	204	37
比較例 3-b	(27)	(27)	2.05	4.26	208	33
比較例 4-b	(28)	(28)	1.69	3.73	221	31
比較例 5-b	(29)	(29)	1.17	2.71	232	42
比較例 6-b	(30)	(30)	0.96	2.15	224	43
比較例 7-b	(31)	(31)	3.12	8.21	263	33

【0093】

< 正極用燃料電池用触媒層の作製 >

[実施例 1 - c 正極用燃料電池用触媒層 (1) の作製]

触媒インキ組成物 (1) を、ドクターブレードにより、乾燥後の触媒担持炭素材料に担持された触媒粒子の目付け量が 0.2 mg/cm^2 になるようにテフロン (登録商標) フィルム上に塗布し、大気雰囲気下、70 で60分間乾燥することにより、本発明の正極用燃料電池用触媒層 (1) を作製した。

【 0 0 9 4 】

[実施例 2 - c ~ 実施例 2 4 - c、比較例 1 - c ~ 比較例 7 - c]

触媒インキ組成物 (1) の代わりに、触媒インキ組成物 (2) ~ (3 1) に変更した以外は、実施例 1 - c と同様にして、それぞれ、正極用燃料電池用触媒層 (2) ~ (3 1) を作製した。

10

【 0 0 9 5 】

< 正極用燃料電池用触媒層の評価 >

正極用燃料電池用触媒層は、下記に示す塗膜物性評価及び燃料電池 (単セル) 発電試験によって評価した。

【 0 0 9 6 】

(塗膜物性評価)

テフロン (登録商標) フィルム上に形成された正極用燃料電池用触媒層を、ビデオマイクロスコープ V H X - 9 0 0 (キーエンス社製) にて500倍で観察し、塗工ムラ (ムラ : 触媒層の濃淡により評価) について、下記の基準で判定した。結果を表 4 に示す。

20

○ : 触媒層の濃淡が確認されない (良好) 。

△ : 触媒層の濃淡が2~3箇所あるが極めて微小領域である (実用上問題ない) 。

× : 触媒層の濃淡が多数確認される、または濃淡の縞の長さが5mm以上のもの1個以上 (不良) 。

【 0 0 9 7 】

(負極用触媒ペースト組成物の調製)

P t / R u 触媒担持炭素材料 (田中貴金属社製 ; T E C 6 6 E 5 0) を5.7質量部、水性液状媒体として水92.88質量部、合成例 (1) に記載の水性樹脂型分散剤 (1) の水溶液を1.42質量部 (触媒担持炭素材料を100質量部に対して樹脂固形分で5質量部) を配合し、ディスパー (プライミクス社製、T . K ホモディスパー) にて30分間攪拌混合し、本発明の負極用触媒ペースト組成物 (固形分濃度5.98質量%、触媒ペースト組成物100質量%としたときのP t / R u 触媒担持炭素材料と水性樹脂型分散剤の合計した割合) を調製した。

30

【 0 0 9 8 】

(負極用触媒インキ組成物の調製)

上述の負極用触媒ペースト組成物84質量部に、バインダーとして20質量%ナフィオン (N a f i o n (登録商標)) 分散溶液 (デュポン社製、C S t y p e D E 2 0 2 0) 16質量部を添加し、ディスパー (プライミクス社製、T . K ホモディスパー) にて30分間攪拌混合することで負極用触媒インキ組成物 (固形分濃度8.22質量%、触媒インキ組成物100質量%としたときのP t / R u 触媒担持炭素材料、プロトン伝導性ポリマー、水性樹脂型分散剤の合計した割合) を調製した。

40

【 0 0 9 9 】

(負極用燃料電池用触媒電極)

上述の負極用触媒インキ組成物を、ドクターブレードにより、乾燥後のP t / R u 触媒の目付け量が 0.5 mg/cm^2 になるように、導電性支持体として炭素繊維からなるカーボンペーパー基材 (T G P - H - 0 9 0、東レ社製) 上に塗布し、大気雰囲気中70、60分間乾燥して、負極用燃料電池用触媒電極を作製した。

【 0 1 0 0 】

(燃料電池 (単セル) の作製)

正極用燃料電池用触媒層と、上述の負極用燃料電池用触媒電極とを、それぞれ固体高分

50

子電解質膜（Nafion NR-212、デュボン社製、膜厚51μm）の両面に密着して、150、5MPaの条件で狭持した後、正極用燃料電池触媒層のテフロン（登録商標）フィルムを剥離し、その表面に撥水層付カーボンペーパー基材（SGL-24BC、SGLカーボン社製）を密着することで、燃料電池用電極膜接合体を作製した。

得られた燃料電池用電極膜接合体を2.5cm角の試料とし、その両側からガスケット2枚、次いでセパレータであるグラファイトプレート2枚ではさみ、更に両側から集電板を2枚装着して燃料電池（単セル）として作製した。

【0101】

（燃料電池（単セル）発電試験）

得られた燃料電池（単セル）を用いて、セル温度を80とし、正極側から温度80、相対湿度100%で加湿した空気を流量800mL/minで供給し、負極側からも同様に、温度80、相対湿度100%で加湿した水素ガスを流量800mL/min供給し、発電特性を測定した。測定はすべてAutoPEMシリーズ「PEFC評価システム」（東陽テクニカ社製）を用いて実施した。評価結果を表4に示す。

【0102】

【表4】

表4

	使用した触媒インキ組成物	正極用燃料電池用触媒層				
		塗工性評価	燃料電池(単セル)発電試験			
			最大出力密度(W/cm ²)	開放電圧 (V)	短絡電流密度(mA/cm ²)	
実施例 1-c	(1)	(1)	○	0.56	0.97	1200
実施例 2-c	(2)	(2)	○	0.51	0.95	1100
実施例 3-c	(3)	(3)	○	0.52	0.96	1100
実施例 4-c	(4)	(4)	○	0.5	0.94	1000
実施例 5-c	(5)	(5)	○	0.62	0.97	1600
実施例 6-c	(6)	(6)	○	0.52	0.95	1200
実施例 7-c	(7)	(7)	○	0.53	0.96	1200
実施例 8-c	(8)	(8)	○	0.61	0.98	1500
実施例 9-c	(9)	(9)	○	0.49	0.94	900
実施例 10-c	(10)	(10)	○	0.55	0.97	1200
実施例 11-c	(11)	(11)	○	0.5	0.94	1000
実施例 12-c	(12)	(12)	○	0.54	0.96	1100
実施例 13-c	(13)	(13)	○	0.55	0.96	1100
実施例 14-c	(14)	(14)	○	0.56	0.96	1200
実施例 15-c	(15)	(15)	○	0.55	0.97	1100
実施例 16-c	(16)	(16)	○	0.54	0.96	1100
実施例 17-c	(17)	(17)	○	0.59	0.98	1400
実施例 18-c	(18)	(18)	○	0.6	0.97	1400
実施例 19-c	(19)	(19)	○	0.61	0.98	1500
実施例 20-c	(20)	(20)	○	0.59	0.96	1300
実施例 21-c	(21)	(21)	○	0.53	0.98	1000
実施例 22-c	(22)	(22)	○	0.56	0.96	1200
実施例 23-c	(23)	(23)	○	0.55	0.97	1100
実施例 24-c	(24)	(24)	○	0.57	0.97	1300
比較例 1-c	(25)	(25)	×	0.38	0.94	500
比較例 2-c	(26)	(26)	×	0.4	0.94	500
比較例 3-c	(27)	(27)	×	0.41	0.93	600
比較例 4-c	(28)	(28)	×	0.4	0.95	600
比較例 5-c	(29)	(29)	△	0.39	0.94	600
比較例 6-c	(30)	(30)	△	0.29	0.96	400
比較例 7-c	(31)	(31)	△	0.34	0.95	500

【0103】

< 燃料電池用触媒層電極の作製 >

以下では、導電性支持体に本発明の触媒インキ組成物を直接塗工して燃料電池用触媒電極を作製する方法について例示する。

【0104】

[実施例 25]

触媒インキ組成物（5）を、ドクターブレードにより、乾燥後の触媒担持炭素材料の目付け量が0.2mg/cm²になるように導電性支持体として炭素繊維からなるカーボンペーパー基材（SGL-24BC、SGLカーボン社製）上に塗布し、大気雰囲気中95、60分間乾燥して、正極用燃料電池用触媒電極（1）を作製した。塗工ムラなく、またカーボンペーパーからの液だれもない良好な触媒電極を形成できた。

【0105】

（燃料電池（単セル）の作製）

正極用燃料電池用触媒電極（1）と上述の負極用燃料電池用触媒電極（東レ社製カーボ

ンペーパー基材 TGP-H-090 へ、Pt/Ru 触媒を目付け量が 0.5 mg/cm^2 となるように塗布後、乾燥した電極)を用いて、固体高分子電解質膜 (Nafion 212、デュポン社製、膜厚 $51 \mu\text{m}$) と接触するようにして 150 、 5 MPa の条件で挟持することで、燃料電池用電極膜接合体を作製した。

得られた燃料電池用電極膜接合体を 2.5 cm 角の試料とし、その両側からガスカート 2 枚、次いでセパレータであるグラファイトプレート 2 枚ではさみ、更に両側から集電板を 2 枚装着して燃料電池 (単セル) として作製した。

【0106】

(燃料電池 (単セル) 発電試験)

実施例 1 - c と同様の方法にて発電特性を測定したところ、最大出力密度 0.6 W/cm^2 、開放電圧 0.97 V 、短絡電流密度 1400 mA/cm^2 であった。

10

【0107】

< 金属 空気電池 >

以下では、本発明の触媒インキ組成物より作製した触媒電極を用いて、金属 空気電池を作製する方法について例示する。

【0108】

[実施例 26 空気電池用評価セルの作製]

Li 箔上へ、非水系電解液 (1 M LiPF_6 、エチレンカーボネート / ジエチルカーボネート = $1/1$ 、体積比) を含ませたセパレータ (多孔質ポリプロピレンフィルム)、固体電解質 (オハラ社製、LiCGC Plate $1 \text{ inch} \times 150 \mu\text{m}$) を配置し、アルミラミネートフィルムにて固定した。この際、固体電解質側のアルミラミネートフィルムを 16 mm 角の大きさに切り抜き、固体電解質の露出面を作製し、空気電池用負極電極を作製した。

20

空気電池用負極電極の固体電解質上に、水性電解液として、 1 M の LiCl 水溶液を含浸した不織布を、次いで、燃料電池用触媒電極 (1) を配置し、アルミラミネートフィルムにより固定、熱圧着することで、空気電池用評価セルを得た。

【0109】

(空気電池の特性評価 : 容量維持率)

得られた空気電池評価セルを用いて、 2.0 V - 4.8 V のカット電圧、 0.5 mA/cm^2 の電流密度の条件で、3 サイクルの慣らし運転を行った。その後、同条件にて、30 サイクルの充放電テストを行うことで、容量保持率を求めたところ、容量維持率 94.5% であった。

30

【0110】

以上より、本発明の燃料電池用触媒層及び燃料電池用触媒電極ならびに電極膜接合体を用いた燃料電池は、燃料電池の最大出力密度が優れていることがわかった。加えて、金属 - 空気電池にも好適に適用できることがわかった。また、触媒ペースト組成物の分散性が良好なほど、触媒インキ組成物の保存安定性が良好で、ナフィオン吸着率も高く、さらには、燃料電池用触媒層の塗膜物性だけでなく、燃料電池の発電特性も良好であることがわかった。

【0111】

本発明の燃料電池用触媒ペースト組成物や燃料電池用触媒インキ組成物は、水性樹脂型分散剤により触媒担持炭素材料が均一に微粒に分散されるため、プロトン伝導性ポリマーの吸着性が向上する。また、プロトン伝導性ポリマーが触媒インキ組成物中で均一に分布するため、続く塗工工程で作製される燃料電池用触媒層及び触媒電極においても、プロトン伝導性ポリマーが凝集することなく、均一性が維持される。その結果、触媒担持炭素材料上の触媒粒子とプロトン伝導性ポリマーとの境界において、三相界面が良好に形成されるだけでなく、酸素ガスなどの気体の透過性も良好となっていることが考えられ、開放電圧や短絡電流密度の向上、ひいては、最大出力密度の向上にも寄与したと考えられる。

40

【図面の簡単な説明】

【0112】

50

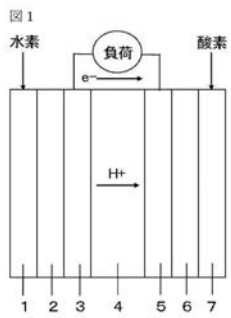
【図1】図1は、燃料電池の構造の模式図である。

【符号の説明】

【0113】

- 1 セパレータ
- 2 ガス拡散層
- 3 負極電極触媒（燃料極）
- 4 固体高分子電解質
- 5 正極電極触媒（空気極）
- 6 ガス拡散層
- 7 セパレータ

【図1】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H018 AA06 EE05 EE17 HH05
5H026 AA06