

(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2020-152942
(P2020-152942A)

(43) 公開日 令和2年9月24日(2020.9.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 2 5 B 9/10 (2006.01)	C 2 5 B 9/10	4 K O 1 1
C 2 5 B 11/06 (2006.01)	C 2 5 B 11/06 A	4 K O 2 1
C 2 5 B 11/12 (2006.01)	C 2 5 B 11/12	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2019-50744 (P2019-50744)	(71) 出願人	000005234 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
(22) 出願日	平成31年3月19日 (2019.3.19)	(71) 出願人	304021417 国立大学法人東京工業大学 東京都目黒区大岡山2丁目12番1号
		(74) 代理人	110002147 特許業務法人酒井国際特許事務所
		(72) 発明者	平方 聡樹 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
		(72) 発明者	大神田 貴治 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内

最終頁に続く

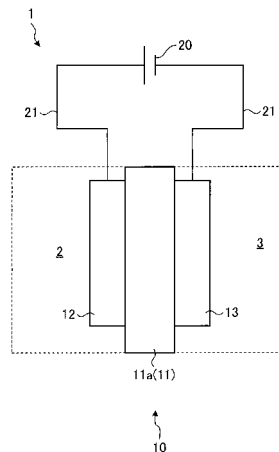
(54) 【発明の名称】 電気化学素子

(57) 【要約】

【課題】安全性の向上を図りながら、過酸化水素を良好に生成すること。

【解決手段】イオン導電性電解質よりなる膜11aの両面に電極触媒からなる第1電極部12及び第2電極部13が設けられて構成され、一方の電極をアノードとし他方の電極をカソードとする態様で両電極間に直流電圧が印加される電気化学素子10であって、アノードを構成する電極触媒は、水の電気分解活性を示す触媒により形成され、カソードを構成する電極触媒は、酸素の2電子還元活性を示す触媒と非金属導電性材料とにより形成されており、アノードを構成する面がカソードを構成する面よりも相対湿度の高い雰囲気を臨むよう配置されている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

イオン導電性電解質よりなる膜の両面に電極触媒からなる電極が設けられて構成され、一方の電極をアノードとし他方の電極をカソードとする態様で両電極間に直流電圧が印加される電気化学素子であって、

前記アノードを構成する電極触媒は、水の電気分解活性を示す触媒により形成され、前記カソードを構成する電極触媒は、酸素の 2 電子還元活性を示す触媒と非金属導電性材料とにより形成されており、

前記アノードを構成する面が前記カソードを構成する面よりも相対湿度の高い雰囲気を臨むよう配置されたことを特徴とする電気化学素子。

10

【請求項 2】

前記非金属導電性材料は、前記酸素の 2 電子還元活性を示す触媒の粒子よりも粒子径若しくは最大幅が大きいことを特徴とする請求項 1 に記載の電気化学素子。

【請求項 3】

前記非金属導電性材料は、活性炭、グラファイト、カーボンブラック、黒鉛、カーボンナノチューブの少なくとも 1 つであることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の電気化学素子。

【請求項 4】

前記酸素の 2 電子還元活性を示す触媒は、導電性炭素材料及び金属ポルフィリン触媒の少なくとも 1 つを含有して構成されたことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 つに記載の電気化学素子。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気化学素子に関するものである。

【背景技術】

【0002】

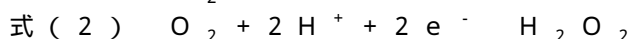
従来、過酸化水素を生成する反応装置が特許文献 1 に提案されている。かかる反応装置は、アノード膜、カソード膜及び電解質膜を一体化させたユニット膜により、反応室をアノード室とカソード室とに区画するように構成されている。アノード室には、アノード膜の一部が気相に露出した状態で水が導入され、カソード室には、カソード膜の一部が気相に露出した状態でイオン交換水が導入されている。

30

【0003】

そのような反応装置においては、アノード膜及びカソード膜が電子伝導体で外部短絡され、かつアノード室に還元性物質である水素ガスや水素供与体が供給されるとともに、カソード室に酸化性物質である酸素ガスが供給されることにより、アノード膜で下記式(1)の反応が行われ、カソード膜で下記式(2)の反応が行われることで、燃料電池反応を利用して過酸化水素を生成していた。

【0004】



40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2009 - 68080 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、上記特許文献 1 に提案されている反応装置では、過酸化水素の生成源として可燃性である水素ガスや水素供与体を用いるとともに、支燃性である酸素ガスを用いてい

50

たので、取扱いに注意を払う必要があった。

【0007】

本発明は、上記実情に鑑みて、安全性の向上を図りながら、過酸化水素を良好に生成することができる電気化学素子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】

【0008】

上記目的を達成するために、本発明に係る電気化学素子は、イオン導電性電解質よりなる膜の両面に電極触媒からなる電極が設けられて構成され、一方の電極をアノードとし他方の電極をカソードとする態様で両電極間に直流電圧が印加される電気化学素子であって、前記アノードを構成する電極触媒は、水の電気分解活性を示す触媒により形成され、前記カソードを構成する電極触媒は、酸素の2電子還元活性を示す触媒と非金属導電性材料とにより形成されており、前記アノードを構成する面が前記カソードを構成する面よりも相対湿度の高い雰囲気を臨むよう配置されたことを特徴とする。

10

【0009】

また本発明は、上記電気化学素子において、前記非金属導電性材料は、前記酸素の2電子還元活性を示す触媒の粒子よりも粒子径若しくは最大幅が大きいことを特徴とする。

【0010】

また本発明は、上記電気化学素子において、前記非金属導電性材料は、活性炭、グラファイト、カーボンブラック、黒鉛、カーボンナノチューブの少なくとも1つであることを特徴とする。

20

【0011】

また本発明は、上記電気化学素子において、前記酸素の2電子還元活性を示す触媒は、導電性炭素材料及び金属ポルフィリン触媒の少なくとも1つを含有して構成されたことを特徴とする。

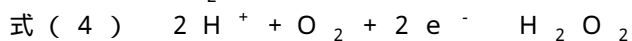
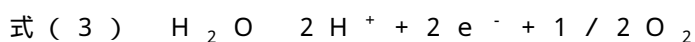
【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、アノードを構成する電極触媒が、水の電気分解活性を示す触媒により形成され、カソードを構成する電極触媒が、酸素の2電子還元活性を示す触媒により形成されており、電気化学素子が、アノードを構成する面がカソードを構成する面よりも相対湿度の高い雰囲気を臨むよう配置されたので、アノードで下記式(3)に示すような水の電気分解が行われるとともに、カソードで下記式(4)に示すような過酸化水素の生成が行われる。これにより、アノードが臨む雰囲気の水と、カソードが臨む雰囲気中の酸素とで、過酸化水素を生成することができる。つまり、従来のように可燃性の水素ガスや支燃性の酸素ガス等を用いることなく、水と空気中の酸素とを用いることができ、安全性の向上を図りながら、過酸化水素を良好に生成することができるという効果を奏する。

30

【0013】



【0014】

また本発明によれば、カソードを構成する電極触媒が、酸素の2電子還元活性を示す触媒だけでなく、非金属導電性材料にも形成されていることにより、生成した過酸化水素が分解されることを抑制し、過酸化水素の収率を向上させることができるという効果を奏する。

40

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1は、本発明の実施の形態である電気化学素子が適用された電気分解ユニットの構成を模式的に示す模式図である。

【図2】図2は、図1に示した第2電極部の構造を模式的に示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

50

以下に添付図面を参照して、本発明に係る電気化学素子の好適な実施の形態について詳細に説明する。

【0017】

図1は、本発明の実施の形態である電気化学素子が適用された電気分解ユニットの構成を模式的に示す模式図である。ここで例示する電気分解ユニット1は、電気化学素子10を備えている。

【0018】

電気化学素子10は、基部11と、第1電極部12と、第2電極部13とを備えて構成されている。基部11は、例えばフッ素樹脂製電解質膜等のイオン導電性電解質よりなる膜11aにより構成された平板状のものであり、水素イオンを通過させる性質を有している。

10

【0019】

第1電極部12は、基部11の一面、すなわちイオン導電性電解質よりなる膜11aの一方の面に形成されている。この第1電極部12は、水の電気分解活性を示す触媒により形成されている。

【0020】

この水の電気分解活性を示す触媒は、白金族系触媒により構成され、該白金族系触媒として、Pt、IrO₂、IrRu、PtIrの少なくとも1つであることが好ましい。また第1電極部12においては、図には明示しないが、外側表面において集電層として金属メッシュが設けられている。

20

【0021】

第2電極部13は、基部11の他面、すなわちイオン導電性電解質よりなる膜11aの他方の面に形成されている。この第2電極部13は、酸素の2電子還元活性を示す触媒と、非金属導電性材料とにより形成されている。

【0022】

酸素の2電子還元活性を示す触媒は、導電性炭素材料及び金属ポルフィリン触媒の少なくとも1つにより構成されている。

【0023】

導電性炭素材料としては、電気伝導性を有する種々の炭素材料を用いることができ、活性炭、カーボンブラック、カーボンファイバー等の炭素材料が好ましい。尚、これらの炭素材料は、単独若しくは2種以上の混合物として用いてもよい。金属ポルフィリン触媒としては、例えばコバルトポルフィリン触媒を用いることが好ましい。

30

【0024】

非金属導電性材料は、活性炭、グラファイト、カーボンブラック、黒鉛、カーボンナノチューブの少なくとも1つである。この非金属導電性材料は、酸素の2電子還元活性を示す触媒の粒子よりも粒子径若しくは最大幅が大きいことが好ましい。より詳細には、非金属導電性材料が活性炭等の粒子であれば、酸素の2電子還元活性を示す触媒の粒子よりも粒子径が大きいことが好ましく、非金属導電性材料がカーボンナノチューブのような筒状体であれば、その最大幅（最大長さ及び最大径のいずれか一方）が酸素の2電子還元活性を示す触媒の粒子の粒子径よりも大きいことが好ましい。

40

【0025】

そのような第2電極部13は、活性炭（酸素の2電子還元活性を示す触媒）、カーボンナノチューブ（非金属導電性材料）及びプロトン導電性電解質を純粋及びエタノール溶液中に高分散させた触媒分散溶液を基部11の膜11a上に塗布して加熱乾燥することで、形成されている。

【0026】

かかる第2電極部13においては、図2に示すように、電解質で被覆された活性炭131の間にカーボンナノチューブ132が介在することにより、空隙133を増加させることができる。ここで、カーボンチューブは、活性炭131の含有量の例えば30重量%～60重量%の割合で含有されていることが好ましい。カーボンナノチューブ132が活性

50

炭 1 3 1 の含有量の 3 0 重量 % 未満であれば、空隙 1 3 3 を良好に形成することが困難となる一方、カーボンナノチューブ 1 3 2 が活性炭 1 3 1 の含有量の 6 0 重量 % を超えると後述するように過酸化水素の生成が困難になる。

【 0 0 2 7 】

また、第 2 電極部 1 3 においては、図には明示しないが、外側表面において集電層として例えばカーボンペーパー等のカーボン繊維が設けられている。

【 0 0 2 8 】

そのような電気化学素子 1 0 は、第 1 電極部 1 2 と第 2 電極部 1 3 とが、それぞれ導線 2 1 を介して直流電源 2 0 に電氣的に接続されて構成されている。すなわち、第 1 電極部 1 2 が直流電源 2 0 の正極に電氣的に接続され、第 2 電極部 1 3 が直流電源 2 0 の負極に電氣的に接続されることで、第 1 電極部 1 2 がアノード、第 2 電極部 1 3 がカソードを構成している。つまり、直流電源 2 0 は、電気化学素子 1 0 の第 1 電極部 1 2 をアノードとし第 2 電極部 1 3 をカソードとする態様で、両電極間に直流電圧を印加するものである。

10

【 0 0 2 9 】

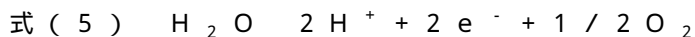
そして、電気分解ユニット 1 において電気化学素子 1 0 は、アノードを構成する第 1 電極部 1 2 が臨む第 1 の雰囲気 2 が、カソードを構成する第 2 電極部 1 3 が臨む第 2 の雰囲気 3 よりも相対湿度が高くなるよう配置されている。つまり、第 1 の雰囲気 2 は、第 1 電極部 1 2 に対して水分を多く含む加湿空気が供給される環境にあり、第 2 の雰囲気 3 は、第 2 電極部 1 3 に対して上記加湿空気よりも相対湿度が小さい空気が供給される環境にある。

20

【 0 0 3 0 】

以上のような構成を有する電気化学素子 1 0 においては、直流電源 2 0 から第 1 電極部 1 2 と第 2 電極部 1 3 との間に直流電圧が印加されて電流が供給されると、第 1 電極部 1 2 では、下記式 (5) に示すように、第 1 の雰囲気 2 中の水蒸気等の水の電気分解反応が起こる。

【 0 0 3 1 】

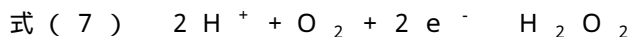
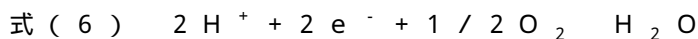


【 0 0 3 2 】

一方、第 2 電極部 1 3 では、第 1 電極部 1 2 で生じて基部 1 1 を通過した水素イオンと、第 2 の雰囲気 3 である空気中に含まれる酸素分子とで、下記式 (6) 及び下記式 (7) の反応が起こる。

30

【 0 0 3 3 】



【 0 0 3 4 】

つまり、第 2 電極部 1 3 では、水の生成反応が起こりつつ、酸素の 2 電子還元反応により、過酸化水素を生成することができる。そのように水の生成反応が起こることにより、電気化学素子 1 0 においては、第 1 電極部 1 2 (アノード) が設けられた面よりも第 2 電極部 1 3 (カソード) が設けられた面の方が絶対湿度が高くなる。

40

【 0 0 3 5 】

以上説明したように、本発明の実施の形態である電気化学素子 1 0 によれば、アノードを構成する第 1 電極部 1 2 が、水の電気分解活性を示す触媒により形成され、カソードを構成する第 2 電極部 1 3 が、酸素の 2 電子還元活性を示す触媒により形成されており、電気化学素子 1 0 が、第 1 電極部 1 2 が第 2 電極部 1 3 よりも相対湿度の高い雰囲気を臨むよう配置されたので、第 1 電極部 1 2 で水の電気分解が行われるとともに、第 2 電極部 1 3 で過酸化水素の生成が行われ、これにより、第 1 の雰囲気 2 中の水蒸気等の水と、第 2 の雰囲気 3 中の酸素とで、過酸化水素を生成することができる。つまり、従来のように可燃性の水素ガスや支燃性の酸素ガス等を用いることなく、水と空気中の酸素とを用いることができ、安全性の向上を図りながら、過酸化水素を良好に生成することができる。

【 0 0 3 6 】

50

特に第2電極部13は、酸素の2電子還元活性を示す触媒（例えば活性炭131）だけでなく、カーボンナノチューブ132のような非金属導電性材料にも形成されていることにより、上記電気化学素子10によれば、生成した過酸化水素が分解されることを抑制し、過酸化水素の収率を向上させることができる。

【0037】

しかも、カーボンナノチューブ132等の非金属導電性材料は、酸素の2電子還元活性を示す触媒（例えば活性炭131）の粒子よりも粒子径若しくは最大幅が大きいので、第2電極部13における空隙133を増加させることができる。よって、電気化学素子10によれば、第2電極部13において生成した過酸化水素を良好に排出させることができ、これによっても過酸化水素の収率を向上させることができる。

10

【0038】

また、空隙133を増加させることにより、第2電極部13における空気の拡散経路を増大させることができ、この結果、第2電極部13における反応領域を増加させることができ、これによっても過酸化水素の収率を向上させることができる。

【0039】

更に、カーボンナノチューブ132等の非金属導電性材料が電子導電補助剤として機能することにより、第2電極部13での電子導電性が向上して第2電極部13の厚み方向の利用率を増加させることができ、これによっても過酸化水素の収率を向上させることができる。

20

【0040】

以上、本発明の好適な実施の形態について説明したが、かかる実施の形態で図示した各構成は概略的なものであり、必ずしも物理的に図示の構成をされていることを要しない。すなわち、各構成要素の分散・統合の形態は図示のものに限られず、その全部又は一部を各種の使用状況等に応じて、任意の単位で機能的又は物理的に分散・統合して構成することができる。

【符号の説明】

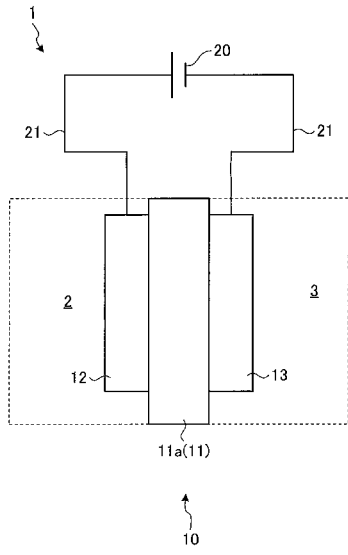
【0041】

- 1 電気分解ユニット
- 2 第1の雰囲気
- 3 第2の雰囲気
- 10 電気化学素子
- 11 基部
- 11a 膜
- 12 第1電極部
- 13 第2電極部
- 131 活性炭
- 132 カーボンナノチューブ
- 133 空隙
- 20 直流電源
- 21 導線

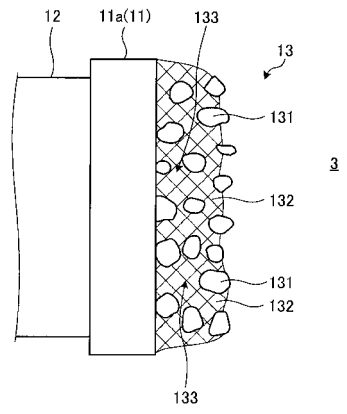
30

40

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 山中 一郎

東京都目黒区大岡山 2 丁目 1 2 番 1 号 国立大学法人東京工業大学内

Fターム(参考) 4K011 AA23 AA48 BA06

4K021 AB15 BA02 DB18 DB31 DB43 DB53