

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年1月20日(20.01.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/014243 A1

(51) 国際特許分類:

C25B 11/04 (2021.01) *C25B 1/04* (2021.01)
B01J 23/46 (2006.01) *C25B 9/00* (2021.01)
B01J 23/75 (2006.01) *C25B 11/054* (2021.01)
B01J 35/10 (2006.01) *C25B 11/073* (2021.01)
C01B 3/02 (2006.01) *C25B 11/085* (2021.01)

KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/022953

(22) 国際出願日: 2021年6月16日(16.06.2021)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2020-122911 2020年7月17日(17.07.2020) JP

(71) 出願人: パナソニックIPマネジメント株式会社(PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5406207 大阪府大阪府中央区域見2丁目1番61号 Osaka (JP).

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

(72) 発明者: 白瀧 浩志(SHIRATAKI Hiroshi), 林隆夫(HAYASHI Takao), 村瀬 英昭(MURASE Hideaki), 鈴鹿 理生(SUZUKA Michio).

(74) 代理人: 鎌田 健司, 外(KAMATA Kenji et al.); 〒5406207 大阪府大阪府中央区域見2丁目1番61号 パナソニックIPマネジメント株式会社内 Osaka (JP).

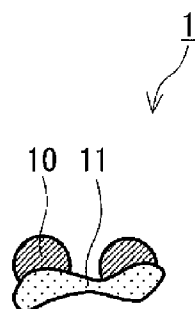
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) Title: ELECTRODE CATALYST FOR WATER ELECTROLYSIS CELLS, WATER ELECTROLYSIS CELL, AND WATER ELECTROLYSIS DEVICE

(54) 発明の名称: 水電解セルの電極触媒、水電解セル、及び水電解装置

(57) Abstract: This electrode catalyst for water electrolysis cells comprises a catalyst and a neutral polymer of intrinsic microporosity.

(57) 要約: 水電解セルの電極触媒は、触媒と、中性の固有微多孔性ポリマーとを備えている。



WO 2022/014243 A1

明 細 書

発明の名称：

水電解セルの電極触媒、水電解セル、及び水電解装置

技術分野

[0001] 本開示は、水電解セルの電極触媒、水電解セル、及び水電解装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、水電解装置に使用される触媒材料の開発が期待されている。

[0003] 特許文献1には、トレーガー塩基骨格を有する高分子が開示されている。

特許文献2には、スピロビインダン骨格を有する高分子が開示されている。

特許文献3には、イミド基を含む高分子膜が開示されている。

[0004] 非特許文献1には、Polymers of Intrinsic Microporosity (P I M) を含む膜が開示されている。非特許文献2には、トレーガー塩基を有する多孔性高分子が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第2017/091357号

特許文献2：国際公開第2005/012397号

特許文献3：米国特許出願公開第2014/255636号明細書

非特許文献

[0006] 非特許文献1：Canghai Ma et al., Polymers of Intrinsic Microporosity (PIMs) Gas Separation Membranes: A mini Review, Proceedings of the Nature Research Society, 2018, Vol.2, No.02002, p.1-19

非特許文献2：Mariolino Carta et al., The synthesis of microporous polymers using Troger's base formation, Polymer Chemistry, 2014, Vol.5, p. 5267-5272

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本開示は、低い過電圧を有する水電解セルの電極触媒を提供する。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示の一態様は、
触媒と、
中性の固有微多孔性ポリマーと、を備える、
水電解セルの電極触媒を提供する。

発明の効果

[0009] 本開示によれば、低い過電圧を有する水電解セルの電極触媒が提供されうる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、第1実施形態に係る水電解セルの電極触媒を模式的に示す図である。

[図2]図2は、layered double hydride (LDH) の結晶構造の一例を模式的に示す図である。

[図3]図3は、第2実施形態に係る水電解セルの一例を模式的に示す断面図である。

[図4]図4は、第3実施形態に係る水電解装置の一例を模式的に示す断面図である。

[図5]図5は、第4実施形態に係る水電解セルの別の一例を模式的に示す断面図である。

[図6]図6は、第5実施形態に係る水電解装置の別の一例を模式的に示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] (本開示の基礎となった知見)

地球温暖化対策として、太陽光、及び風力などの再生可能エネルギーの利用が注目を浴びている。しかし、再生可能エネルギーによる発電では、余剰

電力が無駄になるという問題が発生する。このため、再生可能エネルギーの利用効率は、必ずしも十分ではない。そこで、余剰電力から水素を製造して貯蔵する方法が検討されている。

[0012] 余剰電力から水素を製造する方法として、一般的に、水の電気分解が用いられうる。水の電気分解は、水電解とも呼ばれる。水素を安価かつ安定的に製造するために、高効率かつ長寿命な水電解装置の開発が求められている。水電解装置の主要な構成要素として、ガス拡散層、触媒、及び電解質膜からなる膜電極接合体（MEA）が挙げられる。

[0013] 高効率かつ長寿命な水電解装置を提供するために、特に、触媒の性能及び触媒の耐久性を向上させる必要がある。水電解セルの電極触媒には、触媒材料の分散性を向上させるため、及び／又は、電極などの基板への結合力を向上させるために、有機材料が用いられうる。有機材料を用いることによって、触媒材料の分散性を向上させたり、基板への結合力を向上させたりできる。

[0014] しかし、典型的には、有機材料の電気抵抗は大きく、有機材料が触媒の表面の活性部位を被覆することによって、電圧を印加した場合に、過電圧が増加しうる。そのため、有機材料を用いた場合であっても、電極の過電圧による損失を低減しうる電極触媒を提供することが重要である。そこで、本発明者らは、触媒を被覆する面積を抑制できる材料について鋭意検討を重ねた。その結果、固有微多孔性ポリマー（PIM）の使用が水電解セルの電極触媒の過電圧を低減するうえで有利であることを新たに見出した。

[0015] 上記の知見に基づき、本発明者らは、以下の新規な水電解セルの電極触媒を見出した。

[0016] （本開示に係る一態様の概要）

本開示の第1態様に係る水電解セルの電極触媒は、
触媒と、
中性の固有微多孔性ポリマーと、を備える。

[0017] 第1態様によれば、低い過電圧を有する水電解セルの電極触媒が提供され

うる。

[0018] 本開示の第2態様において、例えば、第1態様に係る水電解セルの電極触媒では、前記固有微多孔性ポリマーは、トレーガー塩基骨格を有していてもよい。

[0019] 本開示の第3態様において、例えば、第1態様に係る水電解セルの電極触媒では、前記固有微多孔性ポリマーは、スピロビインダン骨格を有していてもよい。

[0020] 本開示の第4態様において、例えば、第1態様に係る水電解セルの電極触媒では、前記固有微多孔性ポリマーは、ポリイミド骨格を有していてもよい。

[0021] 第2から第4態様によれば、水電解セルの電極触媒は、過電圧の増加を抑制しうる。

[0022] 本開示の第5態様に係る水電解セルは、
アノードと、
カソードと、
前記アノードと前記カソードとの間に配置された電解質膜と、
を備え、
前記アノード及び前記カソードからなる群から選ばれる少なくとも1つは、第1から第4態様のいずれか1つに係る電極触媒を含む。

[0023] 第5態様によれば、水電解セルは、過電圧の増加を抑制しうる。

[0024] 本開示の第6態様において、例えば、第5態様に係る水電解セルでは、前記電解質膜は、プロトン交換膜を含んでいてもよい。

[0025] 本開示の第7態様において、例えば、第5態様に係る水電解セルでは、前記電解質膜は、アニオン交換膜を含んでいてもよい。

[0026] 第6及び第7態様によれば、アノードで発生した酸素ガスとカソードで発生した水素ガスとが混合しにくい。

[0027] 本開示の第8態様に係る水電解セルは、
第一空間と第二空間とを隔てる隔膜と、

前記第一空間に設けられたアノードと、
前記第二空間に設けられたカソードと、
を備え、
前記アノード及び前記カソードからなる群から選ばれる少なくとも1つは、
第1から第4態様のいずれか1つに係る電極触媒を含む。

[0028] 第8態様によれば、水電解セルは、過電圧の増加を抑制しうる。

[0029] 本開示の第9態様に係る水電解装置は、
第5から第8態様のいずれか1つに係る水電解セルと、
前記アノード及び前記カソードに接続され、前記アノード及び前記カソードの間に電圧を印加する電圧印加器と、
を備える。

[0030] 第9態様によれば、水電解装置は、過電圧の増加を抑制しうる。

[0031] 以下、本開示の実施形態について、図面を参照しながら説明する。本開示は、以下の実施形態に限定されない。

[0032] (第1実施形態)

図1は、本実施形態に係る水電解セルの電極触媒を模式的に示す図である。本実施形態に係る電極触媒1は、触媒10と、中性の固有微多孔性ポリマー(PIM)11とを備えている。PIM11は、触媒10の表面の少なくとも一部に存在する。このような構成によれば、PIM11が触媒10の表面に存在していても触媒10の露出している表面の面積が小さくなりやすく、電極触媒1の触媒活性の低下が抑制されうる。このため、電極触媒1に電圧を印加した場合に、過電圧の増加が抑制されうる。つまり、電極触媒1は、低い過電圧を有しうる。

[0033] [固有微多孔性ポリマー]

固有微多孔性ポリマー(PIM)11は、典型的には、特定の分子構造を有し、かつ固有の微多孔度を有する有機ポリマーである。

[0034] 上記の通り、PIM11は、中性である。「中性」とは、分子がアニオン交換基及びカチオン交換基を含まないことを意味する。アニオン交換基の例

は、4級アンモニウム基である。カチオン交換基の例は、スルホン酸イオン基である。

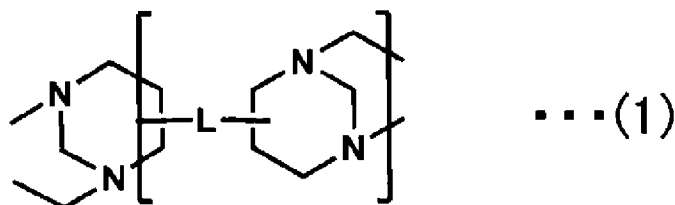
[0035] P I M 1 1 は、触媒 1 0 の表面の少なくとも一部に存在しうる。加えて、P I M 1 1 は、例えば、電極触媒 1 が形成される基板にも存在しうる。具体的には、P I M 1 1 は、基板の表面にも存在しうる。電極触媒 1 に P I M 1 1 が含まれていることによって、電極触媒 1 を基板上に形成したときに、基板と触媒 1 0 との結合力を向上させることができる。これにより、高い耐久性を有する電極触媒 1 が提供されうる。

[0036] P I M 1 1 は、電極触媒 1 同士を分散させる役割を担ってもよい。この場合、電極触媒 1 に P I M 1 1 が含まれていることによって、電極触媒 1 同士が凝集することを防止できる。

[0037] P I M 1 1 が有する分子構造は、特定の分子構造に限定されない。その分子構造の例は、トレーガー塩基骨格、スピロビインダン骨格、及びポリイミド骨格である。

[0038] トレーガー塩基骨格は、例えば、二環式化合物を有し、二環式化合物は、2つの橋頭窒素原子を含む。窒素原子は、キラル中心を形成している。トレーガー塩基骨格は、エタノアントラセン骨格及びトリプチセン骨格をさらに有していてもよい。トレーガー塩基骨格は、具体的には、下記の一般式 (1) で表される分子構造を有する。

[0039] [化1]

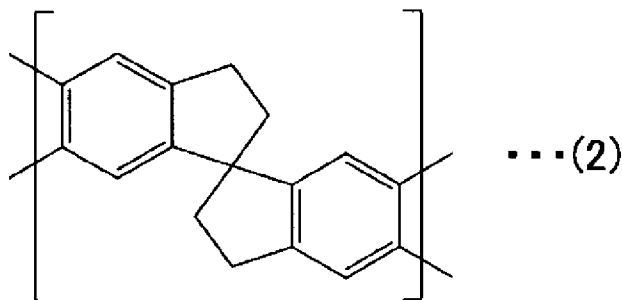


[0040] 一般式 (1) において、L は、リンカーを示す。リンカー L は、特定の構造に限定されない。リンカー L は、例えば、芳香環、スピロビインダン骨格、エタノアントラセン骨格、及びトリプチセン骨格を含む。

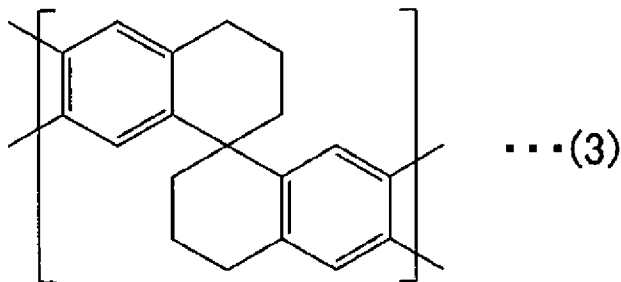
[0041] スピロビインダン骨格は、例えば、2つのインダン骨格を有する。2つのイン

ダンは、スピロ原子中心によって結合されたスピロ化合物を形成している。スピロ化合物とは、二環式有機化合物を意味し、環を構成している原子の1つは、別の環と共有している。この原子は、スピロ原子と称される。本開示において、インダンは、例えば、スピロ原子を含む五員環に結合されたベンゼン環又はスピロ原子を含む六員環に結合されたベンゼン環を含む。スピロビインダン骨格は、具体的には、下記の一般式(2)又は(3)で表される分子構造を有する。

[0042] [化2]



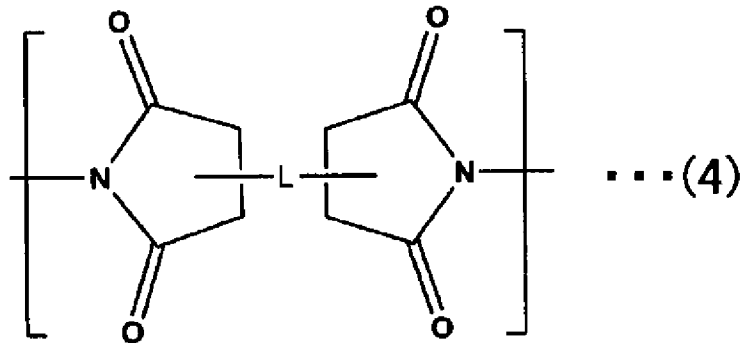
[0043] [化3]



[0044] ポリイミド骨格は、例えば、酸無水物とジアミンとの重縮合によって形成される。酸無水物及びジアミンは、スピロビインダン骨格、エタノアントラセン骨格、及びトリプチセン骨格をさらに含んでもよい。ポリイミド骨格は、例えば、下記の一般式(4)で表される分子構造を有する。

[0045]

[化4]



[0046] 一般式(4)において、Lは、リンカーを示す。リンカーLは、特定の構造に限定されない。リンカーLは、例えば、芳香環、スピロビインダン骨格、エタノアントラセン骨格、及びトリプチセン骨格を含む。

[0047] PIM11の例は、トレーガー塩基骨格を有する有機高分子、スピロビインダン骨格を有する有機高分子、及びポリイミド骨格を有する有機高分子である。PIM11が有する特定の分子構造は、トレーガー塩基骨格、スピロビインダン骨格、及びポリイミド骨格からなる群より選ばれる少なくとも1つを含んでいてもよい。これらの骨格は、固有の微多孔度を有しうる。加えて、これらの骨格は、高い剛直性を有する骨格でありうる。これらの骨格が分子構造に含まれることによって、PIM11は、所望の多孔性を有しうる。PIM11は、これらの骨格を主鎖に有していてもよく、側鎖に有していてもよい。PIM11は、トレーガー塩基骨格、スピロビインダン骨格、及びポリイミド骨格を有していればよく、他の置換基をさらに有していてもよい。他の置換基の例は、ハロゲン基、ヒドロキシ基、アルキル基、アルコキシ基、カルボキシ基、エステル基、アシル基、アミノ基、ニトロ基、スルホ基、及びアリール基である。ハロゲン基の例は、フルオロ基、クロロ基、及びブロモ基である。

[0048] PIM11は、トレーガー塩基骨格を有する有機高分子、スピロビインダン骨格を有する有機高分子、及びポリイミド骨格を有する有機高分子からなる群より選ばれる少なくとも1つを含んでいてもよい。

[0049] PIM11の平均細孔直径は、例えば、4nm以下である。PIM11の

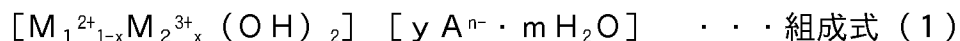
平均細孔直径は、 N_2 ガス吸着法であるBrunauer-Emmett-Teller (BET) 法により測定できる。PIM11の平均細孔直径は、例えば、以下のようにして測定できる。島津製作所—マイクロメリティックス社製の細孔分布測定装置VacPrep 061を用いて、PIM11を含む試料を、 100°C で15時間、減圧脱気する。その後、島津製作所—マイクロメリティックス社製の自動比表面積測定装置トライスターII3020を用いて、 N_2 ガス吸着法による細孔分布解析を行うことによって、PIM11の平均細孔直径を算出できる。

[0050] [触媒]

触媒10は、水電解セルのアノード又はカソードにおいて、水素及び酸素などのガスの生成反応に対して活性を有する材料である。触媒10の例は、金属及び金属酸化物である。金属の例は、Ptである。金属酸化物の例は、層状複水酸化物(LDH)及び IrO_x である。

[0051] LDHは、例えば、2種以上の遷移金属を含む。遷移金属は、例えば、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、W、及びRuからなる群より選ばれる少なくとも2つを含む。

[0052] LDHは、例えば、下記の組成式(1)で表される組成を有する。



[0053] 組成式(1)において、 M_1^{2+} は、二価の遷移金属イオンである。 M_2^{3+} は、三価の遷移金属イオンである。 A^{n-} は、層間の陰イオンである。 x は、 $0 < x < 1$ の条件を満たす有理数である。 y は、電荷バランスの必要量に相当する数である。 n は、整数である。 m は、適当な有理数である。

[0054] LDHは、Ni及びFeを含んでいてもよい。組成式(1)において、 M_1 は、Niであり、かつ、 M_2 は、Feであってもよい。すなわち、LDHに含まれる遷移金属元素は、Ni及びFeであってもよい。このような構成によれば、電極触媒1は、より高い触媒活性を有する。

[0055] LDHに含まれるNi及びFeの総物質質量に対するFeの物質質量の比率は、0.25以上0.5以下であってもよい。このような構成によれば、電極触媒1は、より高い触媒活性を有する。

[0056] LDHは、キレート剤を含んでいてもよい。この場合、LDHにおける遷移金属イオンにキレート剤が配位していてもよい。これにより、LDHの分散安定性をより向上させることができる。また、LDHがキレート剤を含んでいるので、小さい粒子径を有するLDHが合成されうる。その結果、LDHの表面積を向上させることができるので、触媒活性を向上させることができる。LDHの平均粒径は、100nm以下であってもよく、50nm以下であってもよい。また、LDHの平均粒径は、10nm以下であってもよい。LDHの平均粒径は、小角X線散乱法(SAXS)により得られたLDHの粒度分布を、粒径と分布との関係を示す2次元分布図で表したとき、2次元分布図の面積を総粒子数で割った値である。分布とは、当該粒径の粒子数が占める総体積に比例した数値を意味する。2次元分布図の面積は、例えば、粒径と当該粒径に対応する粒子数との積である。

[0057] キレート剤は、特定のキレート剤に限定されない。キレート剤は、例えば、LDHにおいて遷移金属に配位する有機化合物である。キレート剤は、2座の有機配位子及び3座の有機配位子から選ばれる少なくとも1つであってもよい。キレート剤の例は、 β -ジケトン、 β -ケトエステル、及びヒドロキシカルボン酸である。 β -ジケトンの例は、アセチルアセトン(ACAC)、トリフルオロアセチルアセトン、ヘキサフルオロアセチルアセトン、ベンゾイルアセトン、テノイルトリフルオロアセトン、ジピロバイルメタン、ジベンゾイルメタン、及びアスコルビン酸である。 β -ケトエステルの例は、アセト酢酸メチル、アセト酢酸エチル、アセト酢酸アリル、アセト酢酸ベンジル、アセト酢酸-n-プロピル、アセト酢酸-i s o-プロピル、アセト酢酸-n-ブチル、アセト酢酸-i s o-ブチル、アセト酢酸-t e r t-ブチル、アセト酢酸-2-メトキシエチル、及び3-オキソペンタン酸メチルである。ヒドロキシカルボン酸及びその塩の例は、酒石酸、クエン酸、リンゴ酸、グルコン酸、フェルラ酸、乳酸、グルクロン酸、及びそれらの塩である。キレート剤は、アセチルアセトン及びクエン酸三ナトリウムからなる群より選ばれる少なくとも1つを含んでいてもよい。キレート剤は、アセ

チルアセトン及びトリソジウムシトレートから選ばれる少なくとも1つであってもよい。

[0058] A^{n-} は、層間イオンである。 A^{n-} は、無機イオン又は有機イオンである。無機イオンの例は、 CO_3^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Br^- 、 OH^- 、 F^- 、 I^- 、 $Si_2O_5^{2-}$ 、 $B_4O_5(OH)_4^{2-}$ 、及び PO_4^{3-} である。有機イオンの例は、 $CH_3(CH_2)_nSO_4^-$ 、 $CH_3(CH_2)_nCOO^-$ 、 $CH_3(CH_2)_nPO_4^-$ 、及び $CH_3(CH_2)_nNO_3^-$ である。 A^{n-} は、水分子とともに金属水酸化物の層の間に挿入される陰イオンである。 A^{n-} の電荷及びイオンの大きさは、特定の値に制限されない。LDHは、1種類の A^{n-} を含んでいてもよいし、複数種類の A^{n-} を含んでいてもよい。

[0059] 図2は、組成式(1)で表されるLDHの結晶構造の一例を模式的に示す図である。図2に示すように、LDH20は、 M_1^{2+} 又は M_2^{3+} を中心とする8面体の各頂点に OH^- イオンを有する。金属水酸化物は、 $[M_{1-x}^{2+}M_x^{3+}(OH)_2]^{+}$ で表される。金属水酸化物は、水酸化物八面体が稜を共有して二次元に連なった層状構造を有している。金属水酸化物の層の間には、アニオン及び水分子が位置している。金属水酸化物の層は、ホスト層21として機能し、アニオン及び水分子がゲスト層22として挿入されている。つまり、全体としてLDH20は、金属水酸化物のホスト層21とアニオン及び水分子のゲスト層22とが交互に積層されたシート状構造を有している。LDH20は、金属水酸化物の層に含まれている M_1^{2+} の一部を M_2^{3+} に置換した構造を有する。そのため、LDH20の表面は、通常、正に帯電している。

[0060] [担体]

電極触媒1は、担体をさらに含んでいてもよい。このような構成によれば、触媒10に対する担体によって触媒10が安定的に配置されるので、電極触媒1の触媒活性が高く保たれやすい。

[0061] 担体は、典型的には導電性を有する。担体は、特定の材料に限定されない。担体の例は、遷移金属及び炭素材料である。遷移金属の例は、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、W、及びRuである。炭素材料の例は、ア

セチレンブラック及びケッチェンブラック（KB）である。

[0062] 担体の形状は、特定の形状に限定されない。担体の形状は、フォーム状であってもよく、粒子状であってもよい。

[0063] 本実施形態に係る電極触媒1は、例えば、プロトン交換膜型の水電解装置、アニオン交換膜型の水電解装置、又はアルカリ隔膜型の水電解装置に使用される。電極触媒1は、上記の水電解装置において、アノード及びカソードから選ばれる少なくとも1つに使用されうる。

[0064] （第2実施形態）

図3は、本実施形態に係る水電解セルの一例を模式的に示す断面図である。

[0065] 水電解セル2は、電解質膜31と、アノード100と、カソード200とを備える。電解質膜31は、例えば、アノード100とカソード200との間に配置されている。アノード100及びカソード200から選ばれる少なくとも1つは、第1実施形態で説明した電極触媒1を含んでいる。

[0066] 電解質膜31は、イオン伝導性を有する電解質膜であってもよい。電解質膜31は、特定の種類に限定されない。電解質膜31は、プロトン交換膜を含んでもよい。電解質膜31は、プロトン交換膜であってもよい。電解質膜31は、アニオン交換膜を含んでもよい。電解質膜31は、アニオン交換膜であってもよい。電解質膜31は、アノード100で発生した酸素ガスとカソード200で発生した水素ガスとが混合しにくいように構成されている。

[0067] アノード100は、例えば、触媒層30を含む。触媒層30は、電解質膜31の一方の主面上に設けられていてもよい。「主面」とは、電解質膜31の最も広い面積を有する面を意味する。触媒層30に含まれている電極触媒は、第1実施形態の電極触媒1であってもよい。アノード100には、多孔性及び導電性のガス拡散層33が触媒層30の上にさらに設けられていてもよい。

[0068] カソード200は、例えば、触媒層32を含む。触媒層32は、電解質膜

31の他方の主面上に設けられていてもよい。つまり、触媒層32は、電解質膜31に対して、触媒層30が設けられている主面とは反対側の主面上に設けられていてもよい。触媒層32に使用される触媒金属は、特定の種類に限定されない。この電極触媒は、白金であってもよく、電極触媒1であってもよい。カソード200には、多孔性及び導電性のガス拡散層34が触媒層32の上にさらに設けられていてもよい。

[0069] 以上の構成によれば、アノード100及びカソード200から選ばれる少なくとも1つが電極触媒1を含んでいるので、水電解セル2は、過電圧の増加を抑制しうる。

[0070] (第3実施形態)

図4は、本実施形態に係る水電解装置の一例を模式的に示す断面図である。

[0071] 水電解装置3は、水電解セル2と、電圧印加器40とを備える。水電解セル2は、第2実施形態の水電解セル2と同様であるので説明を省略する。

[0072] 電圧印加器40は、水電解セル2のアノード100及びカソード200に接続されている。電圧印加器40は、水電解セル2のアノード100及びカソード200に電圧を印加する装置である。

[0073] 電圧印加器40によって、アノード100における電位が高くなり、カソード200における電位が低くなる。電圧印加器40は、アノード100及びカソード200の間に電圧を印加できる限り、特定の種類に限定されない。電圧印加器40は、アノード100及びカソード200の間に印加する電圧を調整する装置であってもよい。具体的には、電圧印加器40がバッテリー、太陽電池、燃料電池などの直流電源に接続されているときは、電圧印加器40は、DC/DCコンバータを備えている。電圧印加器40が商用電源などの交流電源に接続されているときは、電圧印加器40は、AC/DCコンバータを備えている。電圧印加器40は、水電解装置3に供給する電力が所定の設定値となるように、アノード100及びカソード200の間に印加される電圧、並びにアノード100及びカソード200の間に流れる電流が調

整される電力型電源であってもよい。

[0074] 以上の構成によれば、水電解装置 3 は、過電圧の増加を抑制しうる。

[0075] (第 4 実施形態)

図 5 は、本実施形態に係る水電解セルの別の一例を模式的に示す断面図である。

[0076] 本実施形態に係る水電解セルは、例えば、アルカリ水溶液を利用したアルカリ水電解セル 4 である。アルカリ水電解では、アルカリ水溶液が用いられる。アルカリ水溶液の例は、水酸化カリウム水溶液、及び水酸化ナトリウム水溶液である。

[0077] アルカリ水電解セル 4 は、アノード 300 及びカソード 400 を備える。アルカリ水電解セル 4 は、電解槽 70 と、第一空間 50 と、第二空間 60 とをさらに備える。アノード 300 は、第一空間 50 に設けられている。カソード 400 は、第二空間 60 に設けられている。アルカリ水電解セル 4 は、隔膜 41 を有する。隔膜 41 は、電解槽 70 の内部に設けられており、第一空間 50 と第二空間 60 とを隔てる。アノード 300 及びカソード 400 から選ばれる少なくとも 1 つは、電極触媒 1 を含む。

[0078] アノード 300 には、電極触媒 1 が含まれていてもよい。アノード 300 は、例えば、触媒層を含み、その触媒層に電極触媒 1 が含まれていてもよい。

[0079] カソード 400 には、電極触媒 1 が含まれていてもよい。カソード 400 は、例えば、触媒層を含み、その触媒層に電極触媒 1 が含まれていてもよい。

[0080] 隔膜 41 は、例えば、アルカリ水電解用の隔膜である。

[0081] アノード 300 は、隔膜 41 に接触させた状態で配置されていてもよく、アノード 300 と隔膜 41 との間に間隔を有していてもよい。カソード 400 は、隔膜 41 に接触させた状態で配置されていてもよく、カソード 400 と隔膜 41 との間に間隔を有していてもよい。

[0082] アルカリ水電解セル 4 は、アルカリ水溶液を電解して水素及び酸素を製造

する。アルカリ水電解セル4の第一空間50には、アルカリ金属又はアルカリ土類金属の水酸化物を含む水溶液が供給されうる。アルカリ水電解セル4の第二空間60には、アルカリ水溶液が供給されうる。第一空間50及び第二空間60から所定濃度のアルカリ水溶液を排出しながら電解することで、水素及び酸素を製造する。

[0083] 以上の構成によれば、アノード300及びカソード400から選ばれる少なくとも1つが電極触媒1を含むので、アルカリ水電解セル4は、過電圧の増加を抑制しうる。

[0084] (第5実施形態)

図6は、本実施形態に係る水電解装置の別の一例を模式的に示す断面図である。

[0085] 本実施形態に係る水電解装置は、例えば、アルカリ水溶液を利用したアルカリ水電解装置5である。アルカリ水電解装置5は、アルカリ水電解セル4と、電圧印加器40とを備える。アルカリ水電解セル4は、第4実施形態のアルカリ水電解セル4と同様であるので説明を省略する。

[0086] 電圧印加器40は、アルカリ水電解セル4のアノード300及びカソード400に接続されている。電圧印加器40は、アルカリ水電解セル4のアノード300及びカソード400に電圧を印加する装置である。

[0087] 以上の構成によれば、アルカリ水電解装置5は、過電圧の増加を抑制しうる。

実施例

[0088] 以下、実施例により本開示をさらに詳細に説明する。なお、以下の実施例は本開示の一例であり、本開示は以下の実施例に限定されない。

[0089] (実施例1)

(Ni担体に担持されたNi-Fe LDHの作製)

Ni-Fe LDH及びNi粒子を含む混合物を以下のようにして作製した。まず、水及びエタノール(富士フィルム和光純薬社製、試薬特級)の混合溶媒を作製した。水及びエタノールの体積比率は、2:3であった。この

混合溶媒に、塩化ニッケル六水和物（富士フィルム和光純薬社製）及び塩化鉄六水和物（富士フィルム和光純薬社製）を、Niイオン及びFeイオンの合計濃度が1.0Mになるように、かつ、Niイオン及びFeイオンの総物質質量に対するFeイオンの物質質量の比率が0.33になるように溶解させた。なお、「M」は、mol/dm³を意味する。さらに、キレート剤としてアセチルアセトン（ACAC）を、Niイオン及びFeイオンの総物質質量の3分の1の物質質量になるように添加した。得られた溶液を、30分間攪拌した。この溶液に含まれているNiとFeが全て理想的に反応した場合に生成するNi-Fe LDHの質量と同一の質量のNi粒子（US Research Nanomaterials, Inc. 製、粒径：40nm）を、この溶液に加えた。次に、Ni-Fe LDH及びNi粒子を含む溶液に、pH上昇剤としてプロピレンオキシド（POX）を、溶液中の塩化物イオンの物質質量の2倍量となるように添加した。得られた溶液を、1分間攪拌した。このとき、POXは、溶液中の水素イオンを徐々に捕捉するので、溶液のpHは徐々に上昇する。そのため、得られた溶液を3日間ほど静置した後、目的試料のNi-Fe LDH及びNi粒子の混合物を回収した。

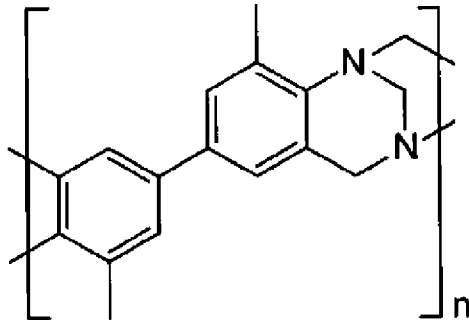
[0090] (PIM(1)の作製)

実施例1に係るPIM(1)は、非特許文献2を参考にして作製した。4,4'-ジアミノ-3,3'-ジメチルビフェニル1mol等量をジメトキシメタン5mol等量に溶解させた。この溶液を0℃に冷却した。次に、この溶液に、トリフルオロ酢酸120mol等量を0.5時間かけて滴下した。この混合溶液を室温で5日間を攪拌した。次に、激しく攪拌した水酸化アンモニウム水溶液にこの混合溶液を加えて、2時間静置した。これにより得られた固体を濾過により集め、水、メタノール、アセトンの順で洗浄した。

[0091] 洗浄後、この固体をクロロホルムに溶解させ、さらに、メタノールを加えてポリマーを沈殿させた。この操作を2回繰り返した。得られたポリマーを真空オーブンで乾燥させることによって、実施例1に係るPIM(1)を得た。PIM(1)は、以下の構造式により表される有機高分子である。P I

M (1) は、トレーガー塩基骨格を有する有機高分子である。

[0092] [化5]



[0093] (触媒活性の評価用試料の作製)

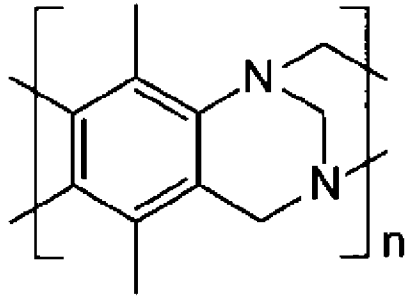
Ni-Fe LDH及びNi粒子の混合物に対して、PIM (1) を、Ni-Fe LDH及びNi粒子の混合物とPIM (1) との質量比が20 : 1、かつ、総質量21 mgとなるように混合した。得られた混合物に、クロロホルム（富士フィルム和光純薬社製、試薬特級）を1.05 mL加え、触媒インク用液を調製した。触媒インク用液を超音波ホモジナイザーによって30分間微細処理することによって、実施例1に係る触媒インクを調製した。10 μLの実施例1に係る触媒インクを回転ディスク電極に滴下して、室温にて乾燥させることによって、実施例1に係る触媒活性の評価用試料を得た。

[0094] (実施例2)

有機バインダーとして、PIM (1) に代えて、PIM (2) を用いたことを除き、実施例1と同様にして、実施例2に係る触媒活性の評価用試料を得た。PIM (2) は、以下の構造式により表される有機高分子である。PIM (2) は、トレーガー塩基骨格を有する有機高分子である。

[0095]

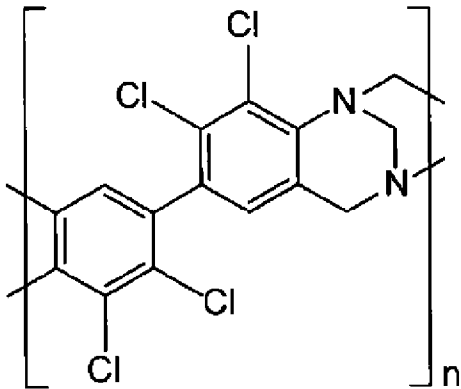
[化6]



[0096] (実施例3)

有機バインダーとして、PIM(1)に代えて、PIM(3)を用いたことを除き、実施例1と同様にして、実施例3に係る触媒活性の評価用試料を得た。PIM(3)は、以下の構造式により表される有機高分子である。PIM(3)は、トレーガー塩基骨格を有する有機高分子である。

[0097] [化7]

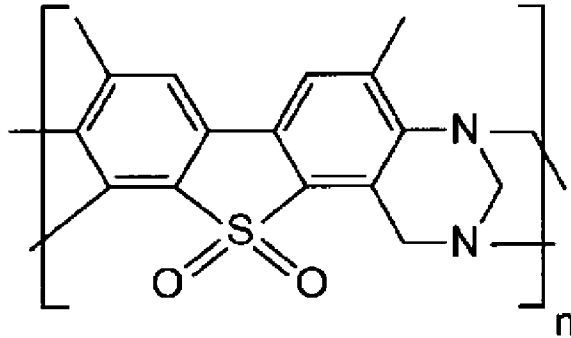


[0098] (実施例4)

有機バインダーとして、PIM(1)に代えて、PIM(4)を用いたことを除き、実施例1と同様にして、実施例4に係る触媒活性の評価用試料を得た。PIM(4)は、以下の構造式により表される有機高分子である。PIM(4)は、トレーガー塩基骨格を有する有機高分子である。

[0099]

[化8]



[0100] (実施例5)

(ケッチェンブラック担体に担持されたNi-Fe LDHの作製)

Ni-Fe LDHを以下のようにして作製した。まず、水及びエタノール（富士フィルム和光純薬社製、試薬特級）の混合溶媒を作製した。水及びエタノールの体積比率は、2：3であった。この混合溶媒に、塩化ニッケル六水和物（富士フィルム和光純薬社製）及び塩化鉄六水和物（富士フィルム和光純薬社製）を、Niイオン及びFeイオンの合計濃度が1.0Mになるように、かつ、Niイオン及びFeイオンの総物質質量に対するFeイオンの物質質量の比率が0.33になるように溶解させた。なお、「M」は、mol/dm³を意味する。さらに、キレート剤としてアセチルアセトン（ACAC）を、Niイオン及びFeイオンの総物質質量の3分の1の物質質量になるように添加した。得られた溶液を、30分間攪拌した。その後、pH上昇剤としてプロピレンオキシド（POX）を、溶液中の塩化物イオンの物質質量の2倍量となるように添加し、1分間攪拌した。このとき、POXは、溶液中の水素イオンを徐々に捕捉するので、溶液のpHは徐々に上昇する。そこで、3日間ほど静置した後、目的試料のLDHを回収した。なお、以上のLDHの調製方法は、例示であって本例に限定されない。ここで、リガク社製のSmartLabを用いたX線小角散乱法（SAXS）に従って、溶液に分散しているNi-Fe LDHの粒度分布を得た。得られた粒径と分布との関係を2次元分布図で表し、2次元分布図の面積を総粒子数で割って、LDHの平均粒径を決定した。Ni-Fe LDHの平均粒径は10nmであった。

[0101] 得られたNi-Fe LDHに対して、ライオン・スペシャリティ・ケミカルズ社製のケッチェンブラックEC600JDを、Ni-Fe LDH：ケッチェンブラックの質量比2：1、かつ、総質量8.5mgとなるように混合し、ケッチェンブラック担体に担持されたNi-Fe LDHを作製した。実施例5では、ケッチェンブラック担体に担持されたNi-Fe LDHを使用したことを除き、実施例1と同様にして、実施例5に係る触媒活性の評価用試料を得た。

[0102] (実施例6)

Ni-Fe LDH及びNi粒子の混合物に代えて、田中貴金属社製のIrO_x SA100を用いたことと、IrO_x及びPIM(1)の質量比が5：1、かつ、総質量6mgとなるように混合したことを除き、実施例1と同様にして、実施例6に係る触媒活性の評価用試料を得た。

[0103] (比較例1)

有機バインダーとして、PIM(1)に代えて、Dioxide Materials社製のSustainionを用いたことを除き、実施例1と同様にして、比較例1に係る触媒活性の評価用試料を得た。

[0104] (比較例2)

有機バインダーとして、PIM(1)に代えて、Fumatech社製のFAA-3を用いたことと、クロロホルムを1.03mL使用したことを除き、実施例1と同様にして、比較例2に係る触媒活性の評価用試料を得た。

[0105] (触媒の過電圧の評価)

各実施例及び各比較例に係る触媒活性の評価用試料の過電圧を測定した。測定には、Princeton Applied Research社製のポテンシostat VersaSTAT 4及びPine Research社製の回転電極AFE3T050GCを用いた。回転ディスク電極(RDE)法によって、以下の測定条件で、水電解セルのアノード反応由来の電流を測定した。アノード反応は、酸素発生反応である。結果を表1に示す。

[測定条件]

- ・ 溶液：1 M KOH溶液
- ・ 電位：1.0 Vから1.65 V (vs. 可逆水素電極 (RHE))
- ・ 電位掃引速度：10 mV/sec
- ・ 電極回転速度：1500 revolutions per minute (rpm)

[0106] [表1]

	触媒インク			過電圧 (mV)
	触媒	担体	有機バインダー	
実施例1	Ni-Fe LDH	Ni	PIM (1)	267
実施例2	Ni-Fe LDH	Ni	PIM (2)	273
実施例3	Ni-Fe LDH	Ni	PIM (3)	270
実施例4	Ni-Fe LDH	Ni	PIM (4)	287
実施例5	Ni-Fe LDH	KB	PIM (1)	256
実施例6	IrO _x	-	PIM (1)	265
比較例1	Ni-Fe LDH	Ni	Sustainion	392
比較例2	Ni-Fe LDH	Ni	FAA-3	337

[0107] 表1は、実施例1から6、比較例1及び2に係る触媒活性の評価用試料の過電圧の測定結果を示す。表1は、酸化還元反応の1サイクル目における過電圧を示す。

[0108] 実施例1から6に係る触媒インクは、酸化還元サイクルにおいて、低い過電圧を有していた。その結果、実施例1から6に係る触媒インクでは、過電圧の増加が抑制された。実施例1から6において有機バインダーとして用いた固有微多孔性ポリマーは、多孔性を有しているため、触媒は、固有微多孔性ポリマーから露出しうる。これにより、実施例1から6に係る触媒インクでは、過電圧の増加が抑制されたと考えられる。加えて、実施例6に係る触媒インクは、酸化還元サイクルにおいて、低い過電圧を有していた。導電性を有する触媒材料であるIrO_xを用いた場合でも、触媒インクは、低い過電圧を有することがわかった。

[0109] 一方、比較例1及び2に係る触媒インクは、高い過電圧を有していた。比較例1及び2に係る触媒インクでは、多孔性を有する有機バインダーが用い

られていない。そのため、有機バインダーが触媒材料を被覆することによって、触媒活性が低下したと考えられる。

産業上の利用可能性

[0110] 本開示に係る水電解セルの電極触媒は、水電解装置に利用されうる。

符号の説明

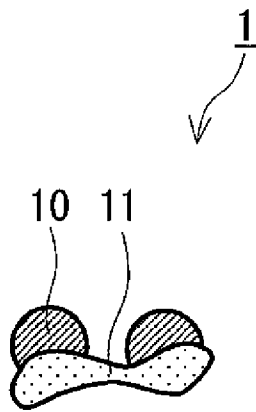
- [0111]
- 1 電極触媒
 - 2 水電解セル
 - 3 水電解装置
 - 4 アルカリ水電解セル
 - 5 アルカリ水電解装置
 - 10 触媒
 - 11 固有微多孔性ポリマー (P I M)
 - 20 LDH
 - 21 ホスト層
 - 22 ゲスト層
 - 30, 32 触媒層
 - 31 電解質膜
 - 33, 34 ガス拡散層
 - 40 電圧印加器
 - 41 隔膜
 - 50 第一空間
 - 60 第二空間
 - 70 電解槽
 - 100, 300 アノード
 - 200, 400 カソード

請求の範囲

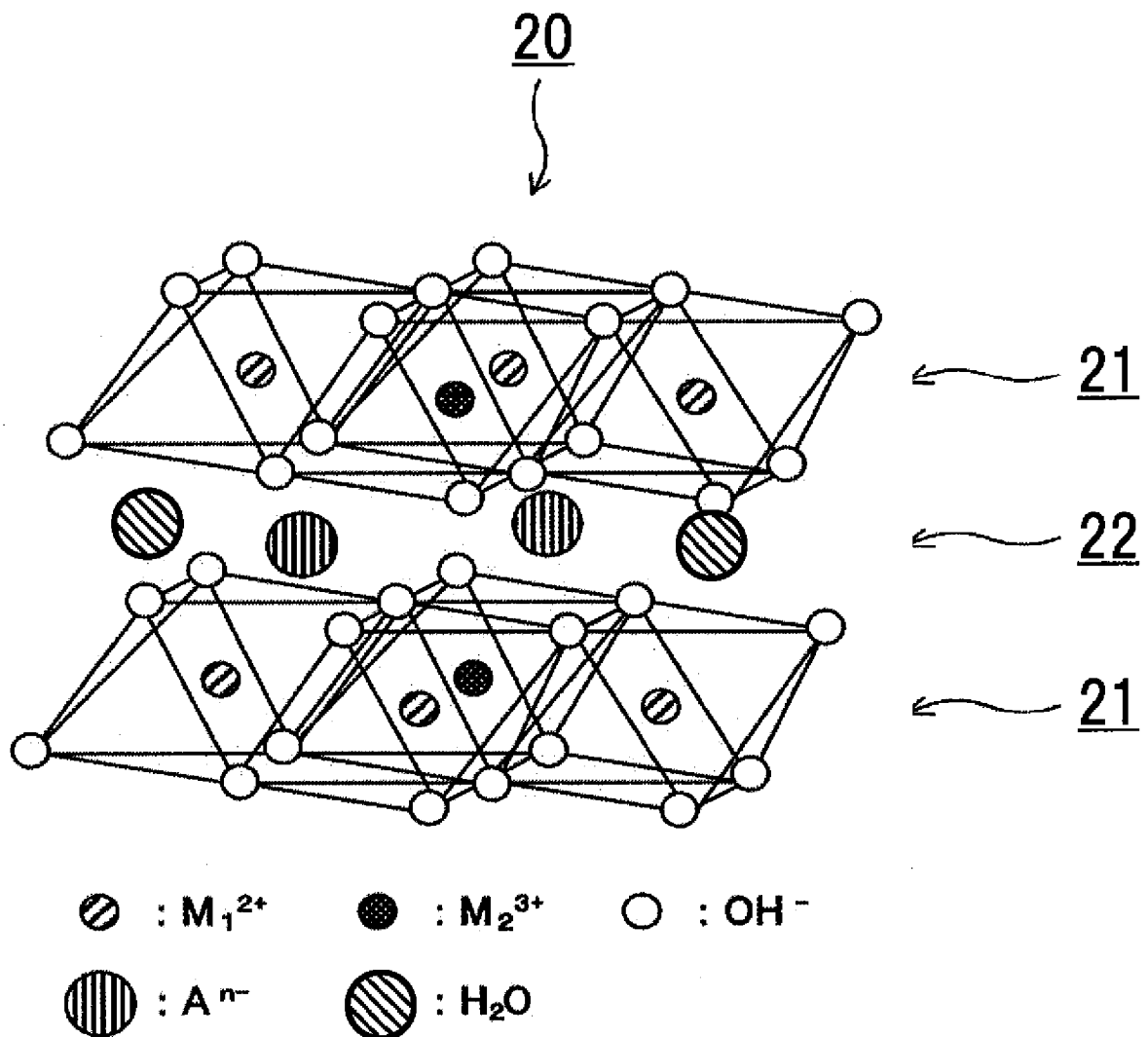
- [請求項1] 触媒と、
中性の固有微多孔性ポリマーと、を備える、
水電解セルの電極触媒。
- [請求項2] 前記固有微多孔性ポリマーは、トレーガー塩基骨格を有する、
請求項1に記載の水電解セルの電極触媒。
- [請求項3] 前記固有微多孔性ポリマーは、スピロビインダン骨格を有する、
請求項1に記載の水電解セルの電極触媒。
- [請求項4] 前記固有微多孔性ポリマーは、ポリイミド骨格を有する、
請求項1に記載の水電解セルの電極触媒。
- [請求項5] アノードと、
カソードと、
前記アノードと前記カソードとの間に配置された電解質膜と、
を備え、
前記アノード及び前記カソードからなる群から選ばれる少なくとも
1つは、請求項1から4のいずれか1項に記載の電極触媒を含む、
水電解セル。
- [請求項6] 前記電解質膜は、プロトン交換膜を含む、
請求項5に記載の水電解セル。
- [請求項7] 前記電解質膜は、アニオン交換膜を含む、
請求項5に記載の水電解セル。
- [請求項8] 第一空間と第二空間とを隔てる隔膜と、
前記第一空間に設けられたアノードと、
前記第二空間に設けられたカソードと、
を備え、
前記アノード及び前記カソードからなる群から選ばれる少なくとも
1つは、請求項1から4のいずれか1項に記載の電極触媒を含む、
水電解セル。

[請求項9] 請求項5から8のいずれか1項に記載の水電解セルと、
 前記アノード及び前記カソードに接続され、前記アノード及び前記
 カソードの間に電圧を印加する電圧印加器と、
 を備える、
 水電解装置。

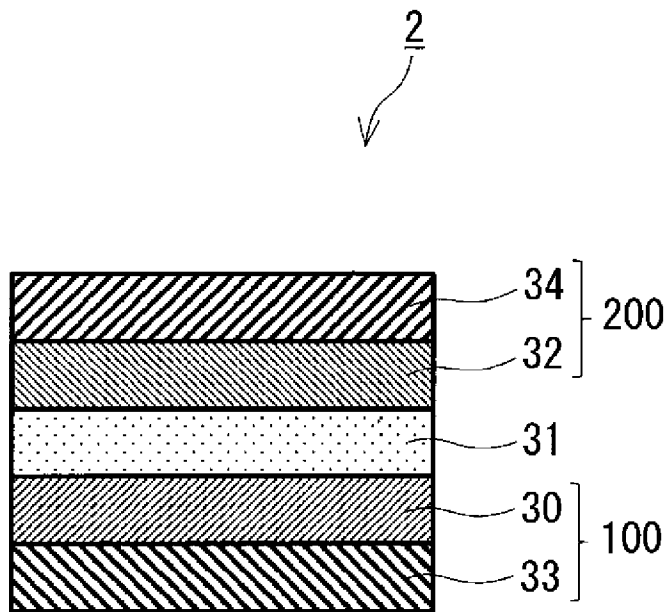
[図1]



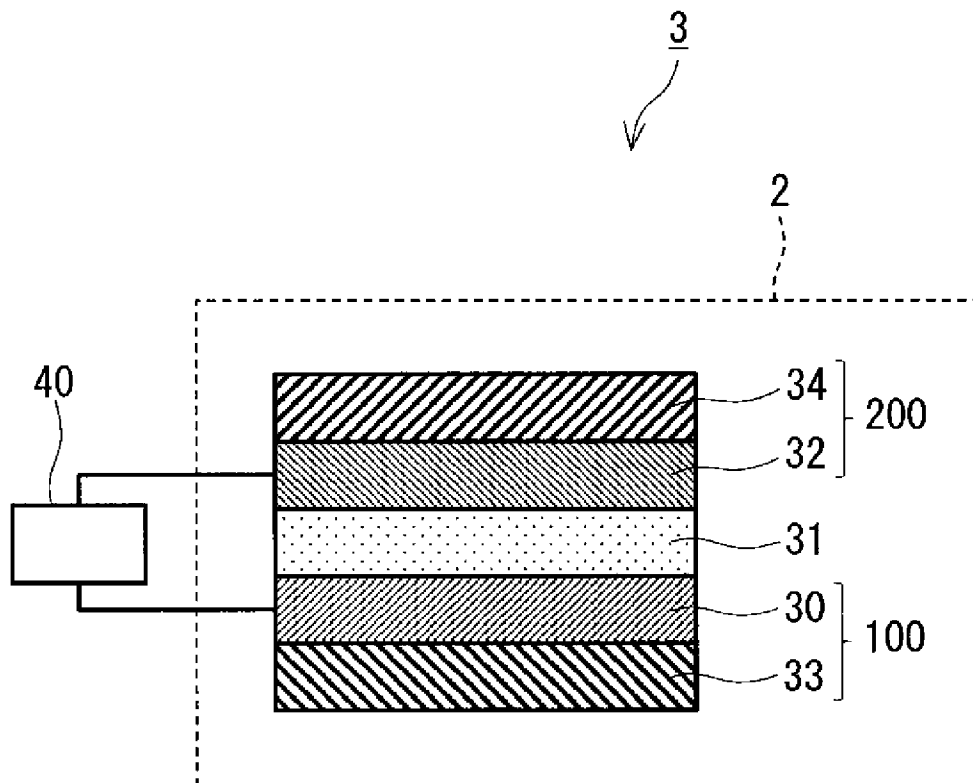
[図2]



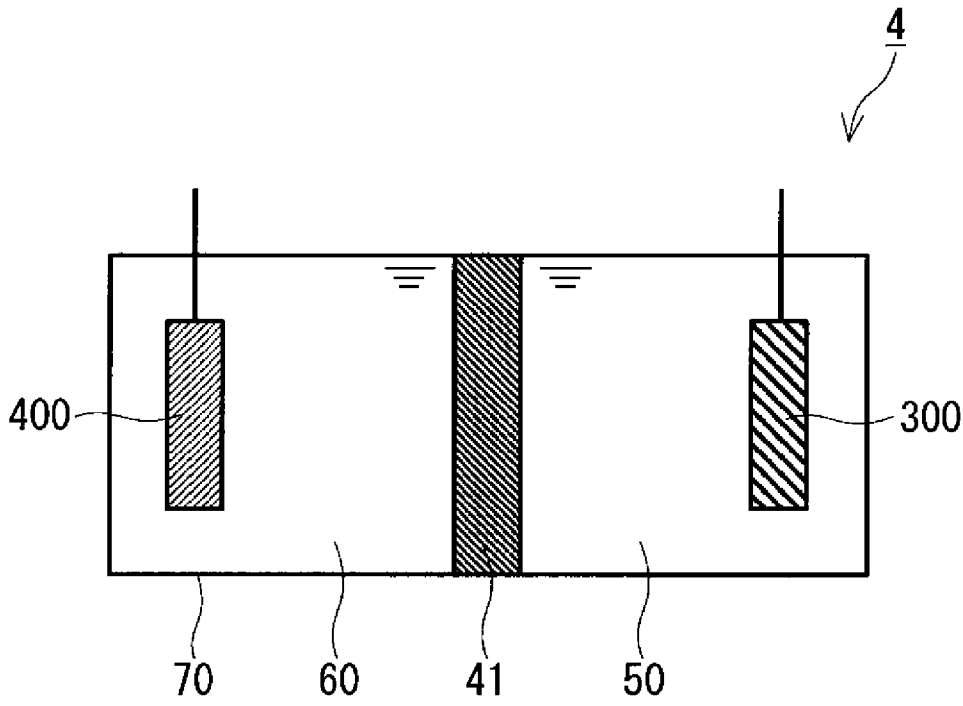
[図3]



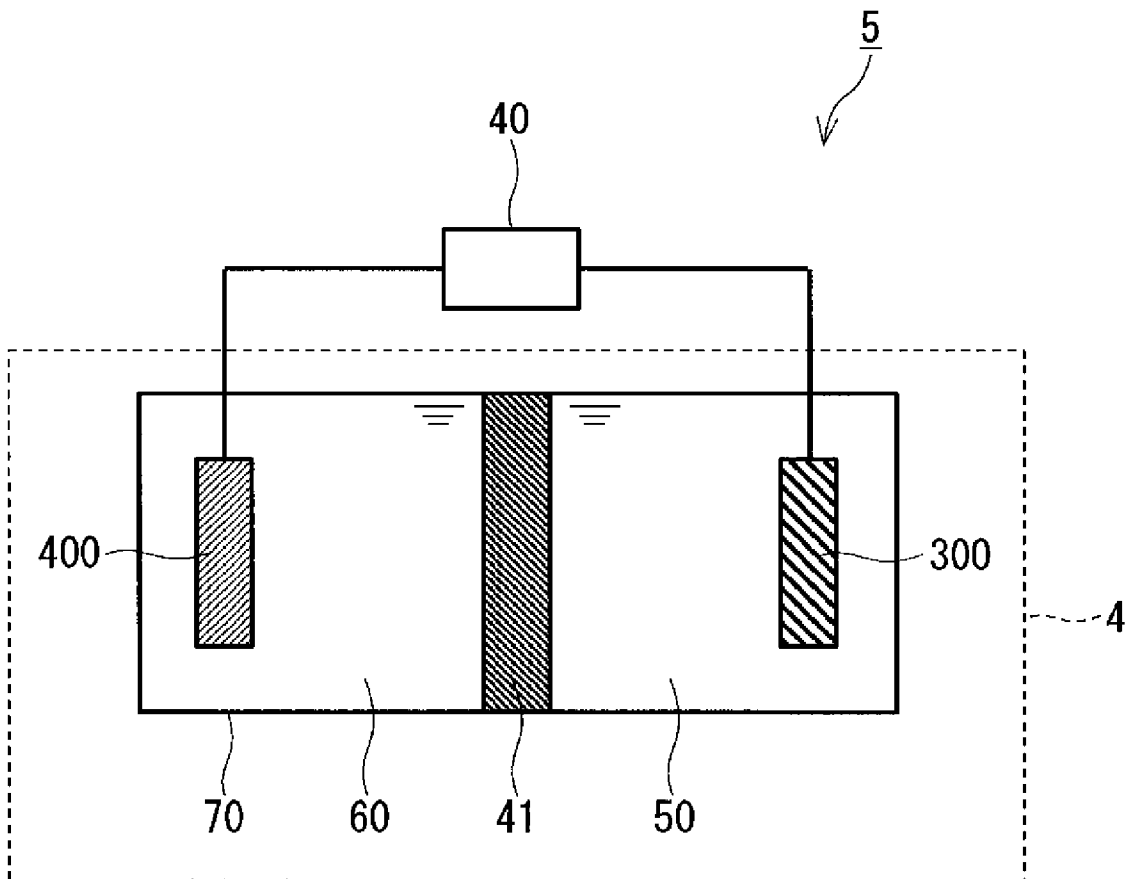
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/022953

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. C25B11/04(2021.01)i, B01J23/46(2006.01)i, B01J23/75(2006.01)i, B01J35/10(2006.01)i, C01B3/02(2006.01)i, C25B1/04(2021.01)i, C25B9/00(2021.01)i, C25B11/054(2021.01)i, C25B11/073(2021.01)i, C25B11/085(2021.01)i
 FI: C25B11/04, C25B11/073, C25B1/04, C25B9/00 A, C01B3/02 H, B01J35/10, B01J23/75 M, B01J23/46 M, C25B11/085, C25B11/054

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. C25B11/04, B01J23/46, B01J23/75, B01J35/10, C01B3/02, C25B1/04, C25B9/00, C25B11/054, C25B11/073, C25B11/085

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2020-502738 A (SEPION TECHNOLOGIES, INC.) 23 January 2020 (2020-01-23)	1-9
A	JP 2012-519061 A (EVONIK OXENO GMBH) 23 August 2012 (2012-08-23)	1-9
A	JP 2014-512251 A (INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE) 22 May 2014 (2014-05-22)	1-9
A	US 2020/0006796 A1 (c/o FORM ENERGY INC.) 02 January 2020 (2020-01-02)	1-9

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
 "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 10.08.2021	Date of mailing of the international search report 17.08.2021
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/022953

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2020-502738 A	23.01.2020	US 2019/0326578 A1 WO 2018/106957 A1 CN 110099950 A KR 10-2019-0090000 A	
JP 2012-519061 A	23.08.2012	US 2012/0046503 A1 WO 2010/097376 A1 KR 10-2011-0124759 A CN 102333593 A	
JP 2014-512251 A	22.05.2014	US 2014/0099571 A1 WO 2012/107838 A1 CN 103501901 A KR 10-2014-0027106 A	
US 2020/0006796 A1	02.01.2020	WO 2020/006436 A1	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>C25B 11/04(2021.01)i; B01J 23/46(2006.01)i; B01J 23/75(2006.01)i; B01J 35/10(2006.01)i; C01B 3/02(2006.01)i; C25B 1/04(2021.01)i; C25B 9/00(2021.01)i; C25B 11/054(2021.01)i; C25B 11/073(2021.01)i; C25B 11/085(2021.01)i</p> <p>FI: C25B11/04; C25B11/073; C25B1/04; C25B9/00 A; C01B3/02 H; B01J35/10; B01J23/75 M; B01J23/46 M; C25B11/085; C25B11/054</p>																													
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>C25B11/04; B01J23/46; B01J23/75; B01J35/10; C01B3/02; C25B1/04; C25B9/00; C25B11/054; C25B11/073; C25B11/085</p> <p>最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table> <p>国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）</p>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年																			
日本国実用新案公報	1922 - 1996年																												
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年																												
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年																												
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年																												
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 2020-502738 A（セビオン テクノロジーズ, インコーポレイティド）23.01.2020（2020-01-23）</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2012-519061 A（エポニック オクセノ ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング）23.08.2012（2012-08-23）</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2014-512251 A（アンステイチュ ナショナル ド ラ ルシエルシュ シアンティ フィーク）22.05.2014（2014-05-22）</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2020/0006796 A1（c/o FORM ENERGY INC.）02.01.2020（2020-01-02）</td> <td>1-9</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p> <table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	A	JP 2020-502738 A（セビオン テクノロジーズ, インコーポレイティド）23.01.2020（2020-01-23）	1-9	A	JP 2012-519061 A（エポニック オクセノ ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング）23.08.2012（2012-08-23）	1-9	A	JP 2014-512251 A（アンステイチュ ナショナル ド ラ ルシエルシュ シアンティ フィーク）22.05.2014（2014-05-22）	1-9	A	US 2020/0006796 A1（c/o FORM ENERGY INC.）02.01.2020（2020-01-02）	1-9	* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号																											
A	JP 2020-502738 A（セビオン テクノロジーズ, インコーポレイティド）23.01.2020（2020-01-23）	1-9																											
A	JP 2012-519061 A（エポニック オクセノ ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング）23.08.2012（2012-08-23）	1-9																											
A	JP 2014-512251 A（アンステイチュ ナショナル ド ラ ルシエルシュ シアンティ フィーク）22.05.2014（2014-05-22）	1-9																											
A	US 2020/0006796 A1（c/o FORM ENERGY INC.）02.01.2020（2020-01-02）	1-9																											
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの																												
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの																												
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの																												
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献																												
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献																													
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献																													
<p>国際調査を完了した日</p> <p>10.08.2021</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>17.08.2021</p>																												
<p>名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>大塚 美咲 4E 1147</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3425</p>																												

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
 PCT/JP2021/022953

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2020-502738	A	23.01.2020	US	2019/0326578	A1	
				WO	2018/106957	A1	
				CN	110099950	A	
				KR	10-2019-0090000	A	

JP	2012-519061	A	23.08.2012	US	2012/0046503	A1	
				WO	2010/097376	A1	
				KR	10-2011-0124759	A	
				CN	102333593	A	

JP	2014-512251	A	22.05.2014	US	2014/0099571	A1	
				WO	2012/107838	A1	
				CN	103501901	A	
				KR	10-2014-0027106	A	

US	2020/0006796	A1	02.01.2020	WO	2020/006436	A1	
