

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号

特表2025-505702

(P2025-505702A)

(43)公表日 令和7年2月28日(2025.2.28)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
B 0 1 D 15/00 (2006.01)	B 0 1 D 15/00	M 4 D 0 1 7
B 0 1 J 20/28 (2006.01)	B 0 1 J 20/28	Z 4 G 0 4 7
C 0 1 G 23/047 (2006.01)	C 0 1 G 23/047	4 G 0 6 6

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全14頁)

(21)出願番号	特願2024-547413(P2024-547413)	(71)出願人	515015252 ドレクセル ユニバーシティ アメリカ合衆国 ペンシルベニア州 フィラデルフィア チェスナット ストリート 3 1 4 1
(86)(22)出願日	令和5年2月10日(2023.2.10)	(74)代理人	100104411 弁理士 矢口 太郎
(85)翻訳文提出日	令和6年9月24日(2024.9.24)	(72)発明者	バルスーム、ミシェル ダブリュー . アメリカ合衆国、0 8 0 5 7 ニュージャージー州、ムーアズタウン、2 4 ウッドレーン ドライブ
(86)国際出願番号	PCT/US2023/062394	(72)発明者	パドル、フセイン オー . アメリカ合衆国、1 9 1 0 4 ペンシルバニア州、フィラデルフィア、3 4 2 3 スプリング ガーデン ストリート、アバ
(87)国際公開番号	WO2023/154869		
(87)国際公開日	令和5年8月17日(2023.8.17)		
(31)優先権主張番号	63/309,391		
(32)優先日	令和4年2月11日(2022.2.11)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
(81)指定国・地域	AP(BW,CV,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ナノ材料ベースの吸着処理と触媒作用

(57)【要約】

方法であって、溶液中の尿素の初期濃度を有する初期試料に、金属酸化物ナノフィラメントを含む組成物を、前記尿素の少なくとも一部が前記金属酸化物ナノフィラメントに吸着し、前記溶液中の尿素の最終濃度を生じさせるような条件下で接触させる工程と、前記金属酸化物ナノフィラメントが、任意選択でチタンを含む、方法。尿素の初期水溶液から尿素を除去するための装置であって、前記装置は、前記初期水溶液が通過するように誘導される金属酸化物ナノフィラメント組成物の交換可能なカートリッジを含み、前記カートリッジは、前記尿素の初期水溶液が前記カートリッジに含まれ、前記金属酸化物ナノフィラメントと接触するように適合される、装置。金属酸化物ナノフィラメントを含む組成物を、金属イオンおよび/または金属を含む初期試料に、前記金属イオンおよび/または前記金属の少なくとも一部が前記金属酸化物ナノフィラメントと会合するような条件下で接触させる、工程。

【選択図】 図 1

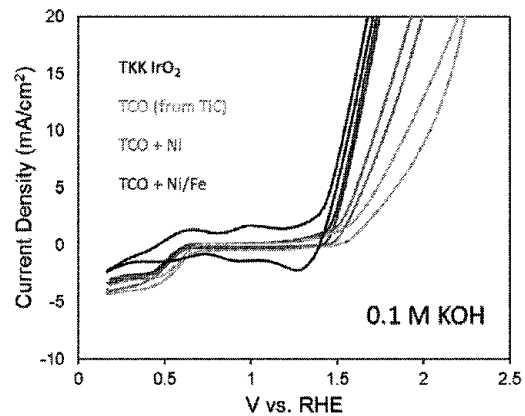


FIG. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

方法であって、

溶液中の尿素の初期濃度を有する初期試料に、金属酸化物ナノフィラメントを含む組成物を、前記尿素の少なくとも一部が前記金属酸化物ナノフィラメントに吸着し、前記溶液中の尿素の最終濃度を生じさせるような条件下で接触させる工程と、

前記金属酸化物ナノフィラメントが、任意選択でチタンを含み、

前記金属酸化物ナノフィラメントが、任意選択で炭素を含み、

前記金属酸化物ナノフィラメントが、アナターゼ構造またはレピドクロサイト構造を有し、および

さらに任意選択で前記組成物および前記尿素に光を照射する工程と、を含む、方法。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法において、前記尿素の初期濃度が $10 \text{ mmol/L} \sim 1000 \text{ mmol/L}$ の範囲にあり、または初期濃度が $15 \text{ mg/dL} \sim 40 \text{ mg/dL}$ の濃度範囲にあり、前記最終濃度が前記初期濃度より少なくとも 10% 低く、前記初期試料が血液または血液製剤であるか、または血液製剤を含み、条件がヒト患者による後の使用のための血液または血液製剤の有用性を損なわない、方法。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の方法において、前記最終濃度が前記初期濃度より少なくとも 30% 低い、方法。

20

【請求項 4】

請求項 3 に記載の方法において、前記最終濃度が前記初期濃度より少なくとも 50% 低い、方法。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の方法において、前記最終濃度が前記初期濃度より少なくとも 70% 低い、方法。

【請求項 6】

尿素の初期水溶液から尿素を除去するための装置であって、前記装置は、前記初期水溶液が通過するように誘導される金属酸化物ナノフィラメント組成物の交換可能なカートリッジを含み、前記カートリッジは、前記尿素の初期水溶液が前記カートリッジに含まれ、前記金属酸化物ナノフィラメントと接触するように適合され、

30

前記金属酸化物ナノフィラメントが、任意選択でチタンを含み、

前記金属酸化物ナノフィラメントが、任意選択で炭素を含み、および

前記酸化物ナノフィラメントが、任意でアナターゼ構造を有する、装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の装置において、前記装置が、前記尿素の初期水溶液が、前記金属酸化物ナノフィラメントの少なくとも一部を通して浸透するように適合される、装置。

【請求項 8】

請求項 6 に記載の装置において、前記カートリッジが、前記金属酸化物ナノフィラメントで被覆されたチャンネルを含む、装置。

40

【請求項 9】

請求項 6 に記載の装置において、前記カートリッジが、前記金属酸化物ナノフィラメントで被覆されたチャンネルを含み、前記金属酸化物ナノフィラメントが、チタンを含み、前記金属酸化物ナノフィラメントが、アナターゼ構造またはレピドクロサイト構造を有する、装置。

【請求項 10】

請求項 6 に記載の装置において、前記金属酸化物ナノフィラメント組成物が、複数の積層層として存在する、装置。

【請求項 11】

方法であって、

50

金属酸化物ベースのナノフィラメントを含む組成物を、金属イオンおよび/または金属を含む初期試料に、前記金属イオンおよび/または前記金属の少なくとも一部が前記金属酸化物ナノフィラメントと会合するような条件下で接触させる工程を含み、

前記金属酸化物ナノフィラメントが、任意選択でチタンを含み、前記金属酸化物ナノフィラメントが、任意選択でアナターゼ構造またはレピドクロサイト構造を有し、および任意選択で、前記組成物および前記金属酸化物ナノフィラメントおよび/または金属に光を照射する工程と、を含む、方法。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 に記載の方法において、前記金属イオンおよび/または金属が、As、Pb、Cd、Cr、Ni、Zn、Co、またはMn、Ir、Au、Ru、Re、Pt、Pd、Ag、またはそれらのイオンを含む、方法。

10

【請求項 1 3】

請求項 1 1 に記載の方法において、前記照明する工程がキセノンランプ照明を含む、方法。

【請求項 1 4】

請求項 1 1 に記載の方法であって、前記照明する工程が自然光を含む、方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 1 ~ 1 4 のいずれか 1 項に記載の方法において、前記会合が、約 1 時間以内に本質的に完了する、方法。

【請求項 1 6】

請求項 1 5 に記載の方法において、前記会合が、約 1 5 分以内に実質的に完了する、方法。

20

【請求項 1 7】

請求項 1 6 に記載の方法において、前記会合が、約 2 分 ~ 約 3 分以内に実質的に完了する、方法。

【請求項 1 8】

組成物であって、それらに会合する少なくとも 2 つの異なる金属塩を有する金属酸化物ナノフィラメントを含む、組成物。

【請求項 1 9】

請求項 1 8 に記載の組成物において、前記少なくとも 2 つの異なる金属塩の少なくとも 1 つがニッケルを含む、組成物。

30

【請求項 2 0】

請求項 1 8 に記載の組成物において、前記少なくとも 2 つの異なる金属塩の少なくとも 1 つが鉄を含む、組成物。

【請求項 2 1】

方法であって、

(i) 金属酸化物ナノフィラメントを含む組成物を、それらに会合する金属塩の少なくとも 1 つの金属と (i i) 溶液と接触させ、前記溶液内で反応を触媒する、工程を含み、

前記金属酸化物ナノフィラメントが、任意でチタンを含み、

前記金属酸化物ナノフィラメントが、任意にアナターゼ構造またはレピドクロサイト構造を有する、方法。

40

【請求項 2 2】

請求項 2 1 に記載の方法において、前記金属酸化物ナノフィラメントがそれらに会合する少なくとも 1 つの金属塩を欠いている場合よりも、前記反応がより迅速に進行する、方法。

【請求項 2 3】

請求項 2 1 ~ 2 2 のいずれか 1 項に記載の方法において、前記少なくとも 1 つの金属塩が、鉄、ニッケル、またはそれらの任意の組み合わせを含む、方法。

【請求項 2 4】

請求項 2 1 ~ 2 2 のいずれか 1 項に記載の方法において、前記溶液が水を含む、方法。

50

【請求項 25】

請求項 21 ~ 22 のいずれか 1 項に記載の方法において、前記反応が、前記溶液への電流の印加を含む電気化学反応である、方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

(関連出願の相互参照)

本出願は、米国特許出願第 63 / 309 , 391 号「ナノ材料ベースの吸着処理と触媒作用」(2022年2月11日出願)の優先権およびその利益を主張する。前述の出願はすべて、あらゆる目的のためにその全体が参照により本明細書に組み込まれる。

10

【0002】

本開示は、二次元材料の分野に関する。

【背景技術】**【0003】**

ある種の望ましくない化学種(例えば尿素)を試料から除去することは、産業、医療、環境において応用される重要なプロセスである。しかしながら、このような吸着を一貫した効果的な方法で行うことは困難である。したがって、試料、溶液、懸濁液から不要な化学種を吸着できる材料と、そのような吸着を効果的に行う方法が必要とされる。

【発明の概要】**【0004】**

20

記載されたニーズを満たすために、本開示は、方法であって、溶液中の尿素の初期濃度を有する初期試料に、金属酸化物ナノフィラメントを含む組成物を、尿素の少なくとも一部が金属酸化物ナノフィラメントに吸着し、前記溶液中の尿素の最終濃度を生じさせるような条件下で接触させ、溶液中の尿素の最終濃度を生じさせる工程と、前記金属酸化物ナノフィラメントが、任意選択でチタンを含み、前記金属酸化物ナノフィラメントが、任意選択で炭素を含み、前記金属酸化物ナノフィラメントが、アナターゼ構造またはレピドクロサイト構造を有し、およびさらに任意選択で組成物および尿素に光を照射することを含む方法を提供する。酸化物ナノフィラメントは、一次元レピドクロサイト(1DL)構造を有する金属酸化物ナノフィラメントであり得る。このような方法は、例えば、腎臓病を患う患者のための透析用途などに使用することができる。

30

【0005】

また、尿素の初期水溶液から尿素を除去するための装置であって、前記装置は、前記初期水溶液が通過するように誘導される金属酸化物ナノフィラメント組成物の交換可能なカートリッジを含み、前記カートリッジは、前記尿素の初期水溶液が前記カートリッジに含まれ、前記金属酸化物ナノフィラメントと接触するように適合され、前記金属酸化物ナノフィラメントが、任意選択でチタンを含み、前記金属酸化物ナノフィラメントが、任意選択で炭素を含み、および前記酸化物ナノフィラメントが、任意でアナターゼ構造を有する、装置が提供される。このような装置は、例えば透析用途に使用することができる。

【0006】

また、金属酸化物ナノフィラメントを含む組成物を、金属イオンおよび/または金属を含む初期試料に、金属イオンおよび/または金属の少なくとも一部が金属酸化物ナノフィラメントと会合するような条件下で接触させる工程であって、金属酸化物ナノフィラメントが、任意選択でチタンを含み、金属酸化物ナノフィラメントが、任意選択でアナターゼ構造またはレピドクロサイト構造を有する工程と、ならびに任意選択で、組成物および金属酸化物ナノフィラメントおよび/または金属を照射する工程を含む、方法が提供される。

40

【0007】

さらに、少なくとも2つの塩を有する金属酸化物ナノフィラメントを含む組成物が提供される。

【0008】

50

さらに、方法であって、(i) 金属酸化物ナノフィラメントを含む組成物を、それらに会合する金属塩の少なくとも1つの金属と(ii) 溶液と接触させ、前記金属酸化物ナノフィラメントが、任意でチタンを含み、前記金属酸化物ナノフィラメントが、任意にアナターゼ構造またはレピドクロサイト構造を有する、方法が提供される。金属塩の金属は、金属酸化物ナノフィラメントの金属とは異なり得る。

【図面の簡単な説明】

【0009】

必ずしも縮尺通りに描かれていない図面において、同様の数字は、異なる図において同様の構成要素を表す場合がある。異なる文字の接尾辞を有する同様の数字は、同様の構成要素の異なる例を表す場合がある。図面は、本明細書で議論される様々な態様を、限定で

10

【0010】

【図1】図1は、TCO（灰色）、TCO + Ni（緑色）、TCO + Ni / Fe（赤色）、および市販のIrO₂触媒（黒色）の0.1M KOH中での酸素発生反応分極曲線である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本開示は、所望の実施形態の以下の詳細な説明およびそこに含まれる例を参照することにより、より容易に理解され得る。

【0012】

別段の定義がない限り、本明細書で使用されるすべての技術用語および科学用語は、当業者によって一般的に理解されるのと同じ意味を有する。矛盾する場合には、定義を含む本明細書が優先する。好ましい方法および材料は以下に記載されているが、本明細書に記載されているものと類似または同等の方法および材料を、実施または試験において使用することができる。本明細書に記載された全ての刊行物、特許出願、特許およびその他の文献は、参照によりその全体が組み込まれる。本明細書に開示された材料、方法、および実施例は、例示に過ぎず、限定を意図するものではない。

20

【0013】

単数形の「a」、「an」、「the」は、文脈上明らかにそうでない場合を除き、複数形の参照語を含む。

30

【0014】

本明細書および特許請求の範囲で使用される場合、用語「含む (comprising)」は、実施形態「からなる (consisting of)」および「から実質的になる (consisting essentially of)」を含む場合がある。本明細書で使用される用語「含む (comprise) (複数可)」、「含む (include) (複数可)」、「有する (having) (複数可)」、「有する (has) (複数可)」、「できる (can) (複数可)」、「含む (contain) (複数可)」、およびそれらの変形は、命名された成分/工程の存在を必要とし、他の成分/工程の存在を許容する、オープンエンドの経過的な句、用語、または単語であることが意図される。しかしながら、このような記載は、列挙された成分/段階から「からなる (consisting of)」および「から実質的になる (consisting essentially of)」として組成物または工程に記載するものでもありと解釈されるべきであり、これは、名称の付いた成分/段階のみが、そこから生じる可能性のある不純物とともに存在することを許容し、他の成分/段階を除外するものである。

40

【0015】

本明細書で使用する場合、「約 (about)」および「約 (at or about)」という用語は、問題の量または値が、ほぼまたはほぼ同じ他の値を指定した値であり得ることを意味する。本明細書で使用される場合、別段の指示または推論がない限り、それは公称値 ± 10% の変動であると一般的に理解される。この用語は、類似の値が特許請求の範囲に記載された同等の結果または効果を促進することを伝えることを意図している

50

。すなわち、量、サイズ、配合物、パラメータ、および他の量および特性は、正確ではなく、正確である必要はないが、公差、換算係数、四捨五入、測定誤差など、および当業者に公知の他の要因を反映して、所望に応じて近似値および/またはより大きくまたはより小さくすることができると理解される。一般に、量、サイズ、処方、パラメータ、または他の量もしくは特性は、そのように明示されているか否かにかかわらず、「約」または「概算」である。定量的な値の前に「約」が使用される場合、特に別段の記載がない限り、パラメータには特定の定量的な値自体も含まれると理解される。

【0016】

反対の指示がない限り、数値は、同じ有効数字に減じたときに同じである数値、および数値を決定するために本願明細書に記載されているタイプの従来の測定技術の実験誤差未満だけ記載値と異なる数値を含むと理解されるべきである。

10

【0017】

本明細書に開示されるすべての範囲は、言及される終点を包含し、終点とは独立している（例えば、「2グラムと10グラムとの間、およびすべての中間値は、2グラム、10グラム、およびすべての中間値を含む」）。本明細書に開示される範囲の終点および任意の値は、正確な範囲または値に限定されず、これらの範囲および/または値に近似する値を含むように十分に不正確である。すべての範囲は組み合わせ可能である。

【0018】

本明細書で使用されるように、近似的な表現は、それが関連する基本的な機能に変化をもたらすことなく変化する可能性のあるあらゆる定量的表現を修正するために適用することができる。したがって、「約」や「実質的に」などの用語によって修正された値は、場合によっては、指定された正確な値に限定されないことがある。少なくとも場合によっては、近似的な表現は、その値を測定するための計器の精度に対応することがある。また、修飾語「約」は、2つの端点の絶対値によって定義される範囲を開示するものと考えべきである。例えば、「約2～約4まで」という表現は、「2～4まで」の範囲も開示する。用語「約」は、示された数値のプラスマイナス10%を指す場合がある。例えば、「約10%」は9%～11%の範囲を示すことがあり、「約1」は0.9から1.1を意味することがある。「約」の他の意味は、四捨五入など文脈から明らかであるため、例えば「約1」は0.5～1.4を意味する場合もある。さらに、用語「含む (comprising)」は、用語「含む (including)」のオープンエンドな意味を有すると理解されるべきであるが、用語「からなる (consisting)」のクローズドな意味も含む。例えば、成分AおよびBからなる組成物は、A、Bおよび他の成分を含む組成物であってもよいが、AおよびBのみからなる組成物であってもよい。本明細書で引用されるあらゆる文書は、あらゆる目的のためにその全体が参照により組み込まれる。

20

30

【実施例1】

【0019】

実施例

以下の実施例は例示であり、本開示または添付の特許請求の範囲を限定するものではない。

【0020】

ここに提供するものは、交換プロセスを通じて様々な金属種を組み込むことにより、TCO材料の触媒能力を向上させるための方法論の一実施例である。

40

【0021】

特定の理論に束縛されることなく、交換プロセスは、遷移金属種の1またはそれ以上の無機/有機塩を含む水溶液中でのコロイド状TCO材料の対流混合を含むことができる。温度、電位、反応剤、還元剤などの外部駆動力を加えない対流攪拌は、TCO材料への遷移金属の自己限定的な取り込みをもたらす。これは、母材中のTi原子の交換の有無にかかわらず起こる。材料の組成を分析すると、新しい遷移金属が層間にイオンとして単にインターカレートされているのではないことがわかる。電気化学的な酸化還元挙動は、新しい遷移金属が還元種であることを示している。この交換プロセスは他の酸化物材料では起

50

こらないことから、この交換と還元金属種の材料への取り込みに有利なTCOの態様があることがわかる。このプロセスは、平衡電位がチタンよりも高い遷移金属を含む様々な金属に適している。このプロセスは、金属交換の量と材料の全体的な性能は、交換プロセスの時間が長くなっても変化しないため、自己制限的であることが実証されている。

【0022】

TCO合成後、NiおよびNi/FeがTCO材料に組み込まれる。図1は、酸素発生反応(OER)に対する材料の活性を測定することによって、TCOに対するNiおよびNi/Fe添加剤の影響を示している。Niの添加後、TCOの活性は、可逆的水素電極(RHE)に対して1.23V以上の電位で電流が増加することで測定されるように、プレーンTCOよりも顕著に増加した。説明した交換プロセスを用いてTCOにNiとFeの両方を組み込むと、OER性能がさらに向上する。比較のために、現在工業的に使用されているOER触媒であるIrO₂をプロットした。Ni/Feを組み込んだTCOは、現在の工業技術水準に匹敵するOER性能を示した。この結果は、TCO材料の触媒性能を調整する上で、説明したアプローチの有用性を実証している。

10

【0023】

態様

以下の態様は例示であり、本開示の範囲または添付の特許請求の範囲を限定するものではない。任意の1つまたは複数の態様の任意の部分または一部は、任意の1つまたは複数の他の態様の任意の部分または一部と組み合わせることができる。

【0024】

態様1.方法であって、溶液中の尿素の初期濃度を有する初期試料に、金属酸化物ナノフィラメントを含む組成物を、前記尿素の少なくとも一部が前記金属酸化物ナノフィラメントに吸着し、前記溶液中の尿素の最終濃度を生じさせるような条件下で接触させる工程と、前記金属酸化物ナノフィラメントが、任意選択でチタンを含み、前記金属酸化物ナノフィラメントが、任意選択で炭素を含み、前記金属酸化物ナノフィラメントが、アナターゼ構造またはレピドクロサイト構造を有し、およびさらに任意選択で前記組成物および前記尿素に光を照射する工程と、を含む、方法。

20

【0025】

酸化チタンナノフィラメントが特に適していると考えられる。一次元ナノフィラメントの例は、Badr et al., 「Bottom-Up, Scalable Synthesis Of Anatase Nanofilament-Based Two-Dimensional Titanium Carbo-Oxide Flakes」、Materials Today 2021 (<https://doi.org/10.1016/j.mattod.2021.10.033>) および Badr et al., 「On the structure of one-dimensional TiO₂ lepidocrocite」、Matter 2023 (<https://doi.org/10.1016/j.matt.2022.10.015>) に記載されている。ナノフィラメントは、メソポーラス材料(例えば、粉末)の形態、シートの形態、および他の形態で構成され得ることが理解されるべきである。ナノフィラメントは管状であり得ることを理解すべきである。

30

40

【0026】

ナノフィラメントは、メソポーラス材料(例えば粉末)の形態、シートの形態、その他の形態で構成できることを理解すべきである。

【0027】

態様2.請求項1に記載の方法において、前記尿素の初期濃度が10mmol/L~1000mmol/Lの範囲にあり、または初期濃度が15mg/dL~40mg/dLの濃度範囲にあり、前記最終濃度が前記初期濃度より少なくとも10%低く、前記初期試料が血液または血液製剤であるか、または血液製剤を含み、条件がヒト患者による後の使用のための血液または血液製剤の有用性を損なわない、方法。

【0028】

50

態様 3 . 請求項 2 に記載の方法において、前記最終濃度が前記初期濃度より少なくとも 30% 低い、方法。

【0029】

態様 4 . 請求項 3 に記載の方法において、前記最終濃度が前記初期濃度より少なくとも 50% 低い、方法。

【0030】

態様 5 . 請求項 4 に記載の方法において、前記最終濃度が前記初期濃度より少なくとも 70% 低い、方法。

【0031】

態様 6 . 尿素の初期水溶液から尿素を除去するための装置であって、前記装置は、前記初期水溶液が通過するように誘導される金属酸化ナノフィラメント組成物の交換可能なカートリッジを含み、前記カートリッジは、前記尿素の初期水溶液が前記カートリッジに含まれ、前記金属酸化ナノフィラメントと接触するように適合され、

10

前記金属酸化ナノフィラメントが、任意選択でチタンを含み、

前記金属酸化ナノフィラメントが、任意選択で炭素を含み、および

前記酸化ナノフィラメントが、任意でアナターゼ構造を有する、装置。

【0032】

態様 7 . 請求項 6 に記載の装置において、前記装置が、前記尿素の初期水溶液が、前記金属酸化ナノフィラメントの少なくとも一部を通して浸透するように適合される、装置

20

【0033】

態様 8 . 請求項 6 に記載の装置において、前記カートリッジが、前記金属酸化ナノフィラメントで被覆されたチャンネルを含む、装置。

【0034】

態様 9 . 請求項 6 に記載の装置において、前記カートリッジが、前記金属酸化ナノフィラメントで被覆されたチャンネルを含み、前記金属酸化ナノフィラメントが、チタンを含み、前記金属酸化ナノフィラメントが、アナターゼ構造またはレピドクロサイト構造を有する、装置。

【0035】

態様 10 . 請求項 6 に記載の装置において、前記金属酸化ナノフィラメント組成物が、複数の積層層として存在する、装置。

30

【0036】

態様 11 . 方法であって、金属酸化ベースのナノフィラメントを含む組成物を、金属イオンおよび/または金属を含む初期試料に、前記金属イオンおよび/または前記金属の少なくとも一部が前記金属酸化ナノフィラメントと会合するような条件下で接触させる工程を含み、前記金属酸化ナノフィラメントが、任意選択でチタンを含み、前記金属酸化ナノフィラメントが、任意選択でアナターゼ構造またはレピドクロサイト構造を有し、および任意選択で、前記組成物および前記金属酸化ナノフィラメントおよび/または金属に光を照射する工程と、を含む、方法。

【0037】

40

態様 12 . 請求項 11 に記載の方法において、前記金属イオンおよび/または金属が、As、Pb、Cd、Cr、Ni、Zn、Co、またはMn、Ir、Au、Ru、Re、Pt、Pd、Ag、またはそれらのイオンを含む、方法。

【0038】

態様 13 . 請求項 11 に記載の方法において、前記照明する工程がキセノンランプ照明を含む、方法。

【0039】

態様 14 . 請求項 11 に記載の方法であって、前記照明する工程が自然光を含む、方法。

【0040】

態様 15 . 請求項 11 ~ 14 のいずれか 1 項に記載の方法において、前記会合が、約 1

50

時間以内に本質的に完了する、方法。

【 0 0 4 1 】

態様 1 6 . 請求項 1 5 に記載の方法において、前記会合が、約 1 5 分以内に実質的に完了する、方法。

【 0 0 4 2 】

態様 1 7 . 請求項 1 6 に記載の方法において、前記会合が、約 2 分～約 3 分以内に実質的に完了する、方法。

【 0 0 4 3 】

態様 1 8 . 組成物であって、それらに会合する少なくとも 2 つの異なる金属塩を有する金属酸化物ナノフィラメントを含む、組成物。少なくとも 2 種の塩の金属は、金属酸化物ナノフィラメントの金属とは異なり得る。

10

【 0 0 4 4 】

態様 1 9 . 請求項 1 8 に記載の組成物において、前記少なくとも 2 つの異なる金属塩の少なくとも 1 つがニッケルを含む、組成物。

【 0 0 4 5 】

態様 2 0 . 請求項 1 8 に記載の組成物において、前記少なくとも 2 つの異なる金属塩の少なくとも 1 つが鉄を含む、組成物。

【 0 0 4 6 】

態様 2 1 . 方法であって、(i) 金属酸化物ナノフィラメントを含む組成物を、それらに会合する金属塩の少なくとも 1 つの金属と(i i) 溶液と接触させ、前記溶液内で反応を触媒する、工程を含み、前記金属酸化物ナノフィラメントが、任意でチタンを含み、前記金属酸化物ナノフィラメントが、任意にアナターゼ構造またはレピドクロサイト構造を有する、方法。

20

【 0 0 4 7 】

態様 2 2 . 請求項 2 1 に記載の方法において、前記金属酸化物ナノフィラメントがそれらに会合する少なくとも 1 つの金属塩を欠いている場合よりも、前記反応がより迅速に進行する、方法。

【 0 0 4 8 】

態様 2 3 . 請求項 2 1 ~ 2 2 のいずれか 1 項に記載の方法において、前記少なくとも 1 つの金属塩が、鉄、ニッケル、またはそれらの任意の組み合わせを含む、方法。

30

【 0 0 4 9 】

態様第 2 4 . 請求項 2 1 ~ 2 2 のいずれか 1 項に記載の方法において、前記溶液が水を含む、方法。

【 0 0 5 0 】

態様 2 5 . 請求項 2 1 ~ 2 2 のいずれか 1 項に記載の方法において、前記反応が、前記溶液への電流の印加を含む電気化学反応である、方法。

40

50

【 図 面 】
【 図 1 】

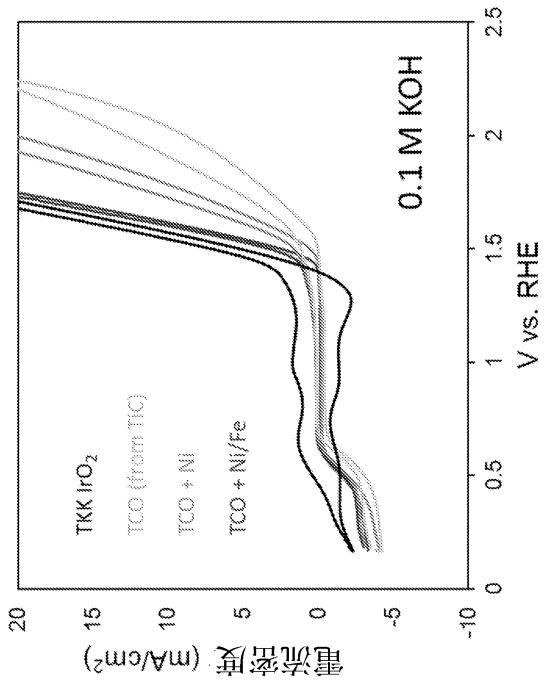


FIG. 1

10

20

30

40

50

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US 23/82394

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC - INV. B01D 15/26, B01D 11/04 (2023.01) ADD. B01D 21/00 (2023.01) CPC - INV. B01D 15/26, B01D 11/04 ADD. B01D 21/00 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) See Search History document Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched See Search History document Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) See Search History document		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2010/0100027 A1 (Schillhuizen et al.) 22 April 2010 (22.04.2010) Abstract, para [0014], [0060], [0067], [0082], [0097], [0099], [0104], [0147], [0149], Figure 1; Figure 9.	1-5
A	US 2010/0233812 A1 (Sun et al.) 16 September 2010 (16.09.2010) Entire Document.	1-5
A	US 2018/0021499 A1 (Cabot Corporation) 25 January 2018 (25.01.2018) Entire Document.	1-5
A	US 2016/0296558 A1 (Bio-Medical Carbon Technology Co., LTD.) 13 October 2016 (13.10.2016) Entire Document.	1-5
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 13 April 2023 (13.04.2023)		Date of mailing of the international search report JUN 28 2023
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-8300		Authorized officer Kari Rodriguez Telephone No. PCT Helpdesk: 571-272-4300

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2022)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US 23/62394

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

- 1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
- 2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
- 3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

10

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

20

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
(See Supplemental Page)

- 1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
- 2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
- 3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
- 4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
1-5

30

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

40

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US 23/62394

Lack of Unity Box III:

This application contains the following inventions or groups of inventions which are not so linked as to form a single general inventive concept under PCT Rule 13.1. In order for all inventions to be searched, the appropriate additional search fees must be paid.

Group I: Claims 1-5, directed to a method comprising adsorbing urea from solution.

Group II: Claims 6-10, directed to a device for removing urea from solution.

Group III: Claims 11-25, directed to methods comprising a composition contacted with a metal salt.

The group of inventions listed above do not relate to a single general inventive concept under PCT Rule 13.1 because, under PCT Rule 13.2, they lack the same or corresponding special technical features for the following reasons:

Special Technical Features:

Group I requires the special technical feature of a method comprising: to an initial sample that has an initial concentration of urea in solution, contacting a composition comprising metal oxide nanofilaments under such conditions that at least some of the urea adsorbs to the metal oxide nanofilaments so as to give rise to a final concentration of urea in the solution, and optionally comprising illuminating the urea, not required by groups II-III.

Group II requires the special technical feature of a device for removing urea from an initial aqueous solution of urea, the device comprising an exchangeable cartridge of metal oxide nanofilaments, the cartridge adapted to allow the initial aqueous solution of urea to contact the metal oxide nanofilaments contained in the cartridge, not required by groups I or III.

Group III requires the special technical feature a method or composition, that comprises a metal ion and/or a metal under such conditions that at least some of the metal ion and/or the metal associates with the metal oxide nanofilaments; optionally comprising illuminating the metal; metal oxide nanofilaments having at least two different metal salts associated therewith; and to catalyze a reaction within the solution, not required by groups I-II.

Common technical features:

Groups I-III share the technical feature of a device or method, comprising a composition comprising metal oxide nanofilaments, contacting the composition with a sample which may be urea in solution, thus removing urea from the solution; the metal oxide nanofilaments optionally comprising titanium, the metal oxide nanofilaments optionally comprising carbon, the metal oxide nanofilaments optionally having an anatase structure or a lepidocrocite structure, and further optionally comprising illuminating the composition.

These shared technical features, however, do not provide a contribution over the prior art, as being anticipated by US 2010/0100027 A1 to Schilthuis et al. (hereinafter Schilthuis). Schilthuis teaches a device or method, comprising a composition comprising metal oxide nanofilaments, contacting the composition with a sample which may be urea in solution, thus removing urea from the solution (Figure 1; and Figure 9; and Abstract. The present invention relates to a device for the removal of toxic substances from dialysate fluid, blood or blood plasma, said device comprising i) a sorption-filter (E) for removing toxins, toxic solutes... from the dialysate fluid, blood or blood plasma, said sorption filter comprising a nanostructured material, a porous polymer matrix or a combination of the two, ii) an inlet (4) for entry of dialysate fluid, blood or blood plasma into said device, iii) an outlet (5) for the removal of purified dialysate fluid, blood or blood plasma from said device; and para [0014]. Said sorption-filter comprises an... adsorption... material; and para [0060]. FIG. 9 shows a sorption bead or sorption granule according to the present invention comprising a nanoporous... biopolymer... matrix functionalised with nanoparticles... creating a high, selective sorption power. Numbers indicate the following (1): nanoporous biopolymer... (6) and (7): trapped toxins, sorbed molecules; and para [0082]. The sorption material is preferably functionalized, such as to exhibit improved sorbing properties of toxic substances such as urea as compared to the non-functionalized material; and para [0097]. Nanocrystalline materials... the terms nanoparticles, nanocrystalline materials and nanopowders are used interchangeably herein... are nano-sized crystallites, preferably about 1 to 10 nm in dimension; and para [0099]. Examples of nanoparticle compounds which can be produced in this way include nanoparticles of... metal oxides; and para [0147]. The sorption capacity of the filter pad for urea and the middle molecules is typically in the range of 30-70% of its own weight, but can reach 100% for specific molecules; Note that a metal oxide nanofilament is broadly interpreted as an nanofiber/nanofilament which comprises metal oxide materials. With reference to Figure 9, the nanoporous matrix 1 is interpreted as providing nanofibers or nanofilaments, which comprise metal oxide materials since the nanoporous matrix 1 can be functionalized with metal oxide nanoparticles. The solution 5 which has been treated by the sorption filter will have a lower concentration of urea compared to untreated fluid from inlet 4. the metal oxide nanofilaments optionally comprising titanium, the metal oxide nanofilaments optionally comprising carbon (para [0099]. Examples of nanoparticle compounds which can be produced in this way include nanoparticles of metals, metal oxides... any metal may be used including but not limited to... Ti; and para [0104]. The nanostructured material may be a carbonaceous nanomaterial. Carbonaceous nanomaterials suitable for use in aspects of the present invention include fullerenes, carbon nanoparticles... microporous hollow carbon fibers, single-walled nanotubes and multi-walled nanotubes).

As the technical features were known in the art at the time of the invention, this cannot be considered a special technical feature that would otherwise unify the groups. Groups I-III therefore lack unity under PCT Rule 13 because they do not share a same or corresponding special technical feature.

10

20

30

40

50

フロントページの続き

,MC,ME,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,
ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,C
O,CR,CU,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,I
R,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,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

ートメント 07

(72)発明者 スナイダー、ジョシュア

アメリカ合衆国、21152 メリーランド州、スパークス、6 ウィリアム コート

F ターム (参考) 4D017 AA11 BA04 CA05 CB01 CB05 EA05 EB03 EB08

4G047 CA02 CC03 CD05

4G066 AA02B AA19B AA41B BA03 BA16 BA32 CA27 DA12