

(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
2015年9月17日(17.09.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/137322 A1

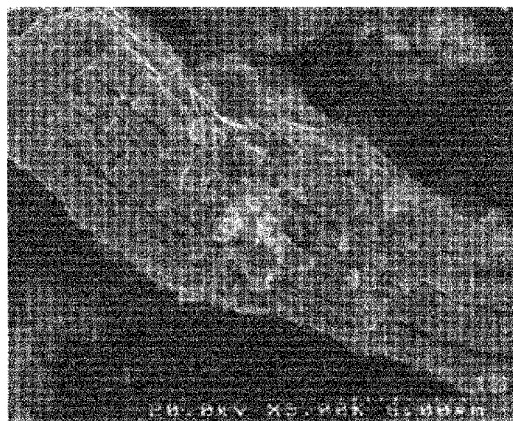
- (51) 国際特許分類:
C01G 55/00 (2006.01) B82Y 40/00 (2011.01)
B01J 23/46 (2006.01) C25B 11/08 (2006.01)
B82Y 30/00 (2011.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/056972
- (22) 国際出願日: 2015年3月10日(10.03.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-048253 2014年3月11日(11.03.2014) JP
- (71) 出願人: 国立大学法人信州大学(SHINSHU UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒3908621 長野県松本市旭三丁目1番1号 Nagano (JP).
- (72) 発明者: 杉本 渉(SUGIMOTO, Wataru); 〒3868567 長野県上田市常田三丁目15番1号 国立大学法人信州大学繊維学部内 Nagano (JP). 清水 航(SHIMIZU, Wataru); 〒3868567 長野県上田市常田三丁目15番1号 国立大学法人信州大学繊維学部内 Nagano (JP).
- (74) 代理人: 吉村 俊一(YOSHIMURA, Shunichi); 〒1020074 東京都千代田区九段南四丁目7番16号 市ヶ谷K Tビル1 7階 Tokyo (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (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))

(54) Title: LAYERED IRIDATE SALT, LAYERED IRIDATE, AND IRIIDIUM OXIDE NANOSHEETS

(54) 発明の名称: 層状イリジウム酸塩、層状イリジウム酸及び酸化イリジウムナノシート



(57) Abstract: [Problem] To provide a layered iridate salt to be used for producing iridium oxide nanosheets, to provide a layered iridate, and to provide iridium oxide nanosheets. [Solution] A layered iridate salt wherein $M_x\text{IrO}_y\cdot n\text{H}_2\text{O}$ (wherein M is a monovalent metal, x is 0.1-0.5, y is 1.5-2.5, and n is 0.5-1.5) is layered. M is potassium, the 2θ diffraction angle is 13.0°, and there is a diffraction peak at 26.0°. A layered iridate wherein $H_x\text{IrO}_y\cdot n\text{H}_2\text{O}$ (wherein x is 0.1-0.5, y is 1.5-2.5, and n is 0-1) is layered. The layered iridate has a 2θ diffraction angle of 12.3° and a diffraction peak at 24.6°. Iridium oxide nanosheets that are iridium oxide single-crystal sheets that have a thickness of 3 nm or less.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/137322 A1



【課題】酸化イリジウムナノシートを作製するために用いる層状イリジウム酸塩、層状イリジウム酸、及び酸化イリジウムナノシートを提供する。 【解決手段】層状イリジウム酸塩は、 $M_xIrO_y \cdot nH_2O$ （Mは1価の金属、xは0.1～0.5、yは1.5～2.5、nは0.5～1.5）が層状に重なり合っている。Mがカリウムであり、回折角 $2\theta=13.0^\circ$ 、 26.0° に回折ピークがある。層状イリジウム酸は、 $H_xIrO_y \cdot nH_2O$ （xは0.1～0.5、yは1.5～2.5、nは0～1）が層状に重なり合っている。この層状イリジウム酸は、回折角 $2\theta=12.3^\circ$ 、 24.6° に回折ピークがある。酸化イリジウムナノシートは、3 nm以下の厚さの酸化イリジウム単結晶シートである。

明 細 書

発明の名称：

層状イリジウム酸塩、層状イリジウム酸及び酸化イリジウムナノシート
技術分野

[0001] 本発明は、層状イリジウム酸塩、層状イリジウム酸及び酸化イリジウムナノシートに関する。

背景技術

[0002] ナノシートは、厚さがナノメートルオーダーであるのに対して、横サイズがその数十倍から数百倍以上という高い形状異方性を持つ2次元状の物質である。そうしたナノシートは、母相の機能性（導電性、半導体的性質、誘電性等）を受け継ぐだけでなく、触媒反応等に必要な広い比表面積を有している。また、ナノシートは、一次元の量子サイズ効果を発現する等、際立った物性を示すことがある。さらに、ナノシートは、一度分離させたナノシートを機能性ブロックとして再び3次元的に集積化し、熱力学的には達成できない人工超格子状のナノ構造材料を形成することにより、物性・特性を自在に制御できる可能性を秘めている。そのため、ナノシートについては、これまで分子線ビームエピタキシー等の気相合成技術が主流であった超格子アプローチを液相で展開できるため、製品性能だけでなく合成ルートの視点からも、エネルギー・デバイス分野を中心とした産業界から高い関心を集めている。

[0003] ナノシートの合成方法に関しては、分子、イオン等から成長させる方法、層状化合物を単層剥離する方法等が提案されている。これらの合成方法は、金属化合物のナノシートの合成に向けて検討されてきたものであるが、液相反応を利用して白金や金等といった貴金属のナノシートを製造する技術も提案されている（特許文献1，2参照）。

[0004] 本発明者は、金属ナノシートを得るための新しい方法として、金属化合物の層状化合物を前駆体として利用する技術を提案した（特許文献3参照）。

この技術は、酸化ルテニウムが層状に重なる層状化合物を準備し、その酸化ルテニウムを還元して層状化合物を前駆体とする金属ルテニウムナノシートを得る方法であり、酸化ルテニウムナノシートの薄膜の状態で酸化ルテニウムを還元して金属ルテニウムナノシートを得ている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2006-228450号公報

特許文献2：特開2008-57023号公報

特許文献3：特開2010-280977号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記のように、結晶性の金属化合物ナノシートは、単位格子に由来する厚さを有し、二次元的（平面状）に広がった構造を持っている。多くのナノシートは、層状構造を持つ化合物の剥離により得ることができ、同じ原子数で構成される粒子よりも利用できる表面が大きくなるという利点がある。良導電性を有するナノシートの素材としては、カーボン（グラフェン）、酸化ルテニウム（酸化ルテニウムナノシート）等が挙げられる。

[0007] 本発明は、寸法安定性電極の電極触媒として電解用、塩素発生用、金属イオン分離等に用いられている酸化イリジウムに着目し、酸化イリジウムナノシートを作製するために用いる層状イリジウム酸塩、層状イリジウム酸、及び酸化イリジウムナノシートを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] （1）上記課題を解決するための本発明に係る層状イリジウム酸塩は、 $M_xIrO_y \cdot nH_2O$ （Mは1価の金属、xは0.1～0.5、yは1.5～2.5、nは0.5～1.5）が層状に重なり合っていることを特徴とする。

[0009] 本発明に係る層状イリジウム酸塩において、前記Mがカリウムであり、回折角 $2\theta = 13.0^\circ$ 、 26.0° に回折ピークがある。

[0010] (2) 上記課題を解決するための本発明に係る層状イリジウム酸は、 $H_x I_r O_y \cdot n H_2 O$ (x は0.1～0.5、 y は1.5～2.5、 n は0～1) が層状に重なり合っていることを特徴とする。

[0011] 本発明に係る層状イリジウム酸において、回折角 $2\theta = 12.3^\circ$ 、 24.6° に回折ピークがある。

[0012] (3) 上記課題を解決するための本発明に係る酸化イリジウムナノシートは、3 nm以下の厚さの酸化イリジウム単結晶シートであることを特徴とする。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、酸化イリジウムナノシートを作製するために用いる層状イリジウム酸塩、層状イリジウム酸、及び酸化イリジウムナノシートを提供することができた。酸化イリジウムは、寸法安定性電極の電極触媒として電解用、塩素発生用、金属イオン分離等に用いられていることから、その応用が期待でき、特に酸素還元、塩素発生、電解等の触媒として期待できる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]層状イリジウム酸塩の電子顕微鏡写真である。

[図2]層状イリジウム酸のX線回折パターンである。

[図3]酸化イリジウムナノシート薄膜のDFM画像である。

[図4]酸化イリジウムナノシートのDFM画像の拡大図である。

[図5]酸化イリジウムナノシートの形態を示すTEM像(A)、拡大TEM像(B)及び電子線回折パターン(C)である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明に係る層状イリジウム酸塩、層状イリジウム酸及び酸化イリジウムナノシートについて詳しく説明するが、本発明は、その技術的範囲に含まれる範囲において下記の説明に限定されない。

[0016] [層状イリジウム酸塩、層状イリジウム酸]

本発明に係る層状イリジウム酸塩は、 $M_x I_r O_y \cdot n H_2 O$ (M は1価の金属、 x は0.1～0.5、 y は1.5～2.5、 n は0.5～1.5) が層

状に重なり合っている。Mは、アルカリ金属であることが好ましく、例えば、Li、Na、K、Rb、Cs等を挙げることができる。また、x、yは、酸化イリジウムとアルカリ金属化合物の配合量で調製することができる。

[0017] 層状イリジウム酸塩は、まず、(1) 酸化イリジウムを粉砕した後にアルカリ金属化合物と混合する、(2) 得られた混合物をペレット成形する、(3) 成形したペレットに対して第1回目の焼成を行う、(4) 焼成後のペレットを粉砕し混合する、(5) 粉砕したものを再度ペレット成形する、(6) 成形したペレットに対して第2回目の焼成を行う、(7) 焼成後のものを中性になるまで洗浄する。こうして層状イリジウム酸塩を得ることができる。

[0018] このとき、(1)の粉砕混合工程と(4)の粉砕混合工程は、窒素雰囲気下で行うことが望ましい。(1)の粉砕混合工程で用いるアルカリ金属化合物は特に限定されないが、炭酸カリウム等を挙げることができる。酸化イリジウムとアルカリ金属化合物との混合比は特に限定されないが、例えば酸化イリジウム：アルカリ金属化合物＝1：1～1：4程度にすることができる。(3)の第1焼成工程は、不活性ガス雰囲気中で、例えば700℃～800℃(例えば750℃)の範囲で1～数時間(例えば1時間)の熱処理とすることができ、(6)の第2焼成工程も、不活性ガス雰囲気中で、例えば700℃～800℃(例えば780℃)の範囲で1～数時間(例えば1時間)の熱処理とすることができる。

[0019] 層状イリジウム酸は、得られた層状イリジウム酸塩を酸性溶液中で処理して得ることができる。酸性溶液中の処理とは、例えば1MHCl等の酸性溶液に、1日～4日程度(例えば3日)浸漬させる処理である。得られた層状イリジウム酸は、 $H_xIrO_y \cdot nH_2O$ (xは0.1～0.5、yは1.5～2.5、nは0～1)が層状に重なり合っている。

[0020] [酸化イリジウムナノシート]

本発明に係る酸化イリジウムナノシートは、3nm以下の厚さの酸化イリジウム単結晶シートである。この酸化イリジウムナノシートは、まず、上記

で得られた層状イリジウム酸に、アルキルアンモニウム又はアルキルアミンを反応させて、アルキルアンモニウム－層状イリジウム酸層間化合物とし、その後、そのアルキルアンモニウム－層状イリジウム酸層間化合物を水等の溶媒と混合して、酸化イリジウムナノシート分散溶液（濃紺色の分散溶液）を得る。得られた酸化イリジウムナノシート分散溶液を用いて、相互吸着法で酸化イリジウムナノシートを得ることができる。なお、アルキルアンモニウム又はアルキルアミンとしては、各種のものを用いることができるが、例えばテトラブチルアンモニウム等を好ましく用いることができる。

[0021] 具体的には、酸化イリジウムナノシートを被覆するための基板（例えばSi基板又は石英基板）を洗浄した後、その基板を酸化イリジウムナノシート分散溶液中に浸漬する。一回の浸漬工程で1層の酸化イリジウムナノシートが基板上に被覆できる。洗浄と浸漬を繰り返すことにより、繰り返しの数だけ酸化イリジウムナノシートを積層することができ、5層、10層、20層、…と積層することができる。

[0022] 本発明では、イリジウムに着目し、酸化イリジウムナノシートを得ることを目的とし、その酸化イリジウムナノシートを作製するために用いる層状イリジウム酸塩を新たに合成し、その層状イリジウム酸塩から層状イリジウム酸を新たに合成し、その層状イリジウム酸から酸化イリジウムナノシートを得た。酸化イリジウムは、寸法安定性電極の電極触媒として電解用、塩素発生用、金属イオン分離等に用いられており、その応用が期待でき、特に酸素還元、塩素発生、電解等の触媒として期待できる。また、酸化イリジウムは、広い電位範囲で電気化学的に安定で、耐酸・耐塩基性が高いため、優れた耐食性を有し、さらに電子伝導性を有する導電性金属酸化物である。

実施例

[0023] 実施例により、本発明をさらに詳しく説明する。

[0024] [実施例1]

層状のイリジウム酸カリウム及び層状イリジウム酸を作製した。先ず、窒素置換したグローブボックス内で、酸化イリジウム (IrO_2) を粉碎した後

に炭酸カリウム (K_2CO_3) と混ぜ、30分間混合した。混合比 ($\text{IrO}_2 : \text{K}_2\text{CO}_3$) は1 : 2とした。グローブボックスから出した混合物を、1.5 t o n で10分間のプレスを行ってペレットを成形した。次いで、成形したペレットをアルゴン雰囲気中にて750℃、1時間の焼成（第1回目の焼成）を行った。再びグローブボックス内に入れ、粉碎混合を行った後、1.5 t o n で10分間のプレスを行ってペレットを再び成形した。次いで、成形したペレットをアルゴン雰囲気中にて780℃、1時間の焼成（第2回目の焼成）を行った。焼成後のものは、光沢を持つ黒色を呈した。次いで、超音波を印加しながら中性になるまで水洗浄した。こうして、濃紺色がなくなった層状イリジウム酸カリウムを得た。その層状イリジウム酸カリウムを、1 M H C l 溶液に入れ、3日間放置して層状イリジウム酸を得た。上澄み液は褐色であった。

[0025] 図1は、得られた層状イリジウム酸の電子顕微鏡写真である。併せて、層状イリジウム酸カリウムについても観察した。写真より、層状イリジウム酸と層状イリジウム酸カリウムのいずれにも、明確な層状構造が確認できた。図2は、層状イリジウム酸のX線回折パターン（X線源：Cu K α 線）である。層状イリジウム酸カリウムの場合は、 2θ で13.0°と26.0°に結晶性のピークが表れ、層状イリジウム酸の場合は、 2θ で12.3°と24.6°に結晶性のピークが表れた。なお、いずれの場合も、原料である酸化イリジウムのピークは見られなかった。

[0026] 層状イリジウム酸と層状イリジウム酸カリウムの組成を、EDX（EX-200、株式会社堀場製作所）を用いて15点を測定した。層状イリジウム酸カリウムは、原子比で、Kが7.5、Irが23.1、Oが69.4であった。また、層状イリジウム酸は、原子比で、Irが27.6、Oが72.4であった。

[0027] [実施例2]

層状イリジウム酸から酸化イリジウムナノシートを作製した。実施例1で得た層状イリジウム酸を用い、10%テトラブチルアンモニウムヒドロキシ

ド (TBAOH) 溶液を、 $Ir : TBAOH = 1 : 5$ で加えた。このとき、得られる酸化イリジウムナノシートの濃度が 0.5 g/L になるように調製した。その後、 25°C 、 160 rpm 、7日間振とうした。こうして、 0.5 g/L 酸化イリジウムナノシート分散溶液を得た。この酸化イリジウムナノシート分散溶液は濃紺色であった。

[0028] [実施例3]

実施例2で得た酸化イリジウムナノシート分散溶液を用いて酸化イリジウムナノシートを得た。ナノシートは、交互吸着積層法 (Layer by Layer; LbL) により成膜した。まず、酸化イリジウムナノシートを被覆するためのSi基板を準備し、10質量% PVA水溶液に10分間浸漬して洗浄し、超純水で洗浄した後、Si基板を 0.3 g/L 酸化イリジウムナノシート分散溶液中に20分間浸漬した。Si基板を引き上げて超純水で洗浄し、再び10質量% PVA水溶液に戻して洗浄、浸漬を繰り返した。こうして、酸化イリジウムナノシートを被覆したSi基板を得た。

[0029] 図3は、SPM (SPA400、セイコーインスツルメンツ株式会社製) を用いて撮影した酸化イリジウムナノシート薄膜のDFM画像である。1回浸漬して1層被覆したもの、3回浸漬して3層被覆したもの、5回浸漬して5層被覆したものについて撮影した。図4は、酸化イリジウムナノシートのDFM画像の拡大図であり、併せて膜圧測定も行ったところ、平均厚さが $1.65 \text{ nm} \pm 0.1 \text{ nm}$ という結果が得られた。

[0030] 図5は、酸化イリジウムナノシートの形態を示すTEM像 (A)、拡大TEM像 (B) 及び電子線回折パターン (C) である。このTEM像は、観察用グリッド上に酸化イリジウムナノシート分散溶液を滴下し、 60°C で6時間乾燥した後のものを撮影した。なお、観察用グリッドは、日本電子株式会社、No. 1605、支持膜付きグリッド (カーボン補強済みフィルム) である。図5に示すように、酸化イリジウムナノシートは、典型的な単結晶の電子線回折パターンを示した。

[0031] [実施例4]

予め0.05 μm のアルミナ粉末を用いてバフ研磨した直径5 mmのグラッシーカーボン（東海カーボン株式会社）上に、実施例2で得た0.3 g/L酸化イリジウムナノシート分散溶液20 μL を滴下し、60℃30分乾燥させた。その上に、5質量%のナフィオン（Nafion、デュポン社の登録商標）溶液20 μL を滴下し、60℃30分乾燥させた。こうして評価用電極を作製した。

[0032] 回転ディスク電極（RDE）測定は、標準的な3電極電気化学セルで行った。カウンター電極としてPtメッシュ（株式会社ニコラ）を用い、参照電極として銀塩化銀電極を用い、作用極として上記得られた評価用電極を用いた。RDE測定は、0.5 Mの H_2SO_4 電解液中で行った。

[0033] 比静電容量評価は、電位範囲：0.2～1.2 V（vs. RHE）でのサイクリックボルタンメトリーで評価し、2～500 mV/sの範囲で電位走査速度依存性から評価した。アノードックスキャンとカソードックスキャンで、0.85 Vと0.95 V（vs. RHE）付近に特徴的なピークが見られた。

[0034] 安定性評価は、50 mV/sで、0.05 Vから、1.2 V、1.3 V、1.4 V、1.5 V（vs. RHE）の範囲で電位範囲を上げていった。0.05 V～1.5 V（vs. RHE）の電位範囲で、電気分解を伴うガス発生がなく、電極（酸化イリジウムナノシート）の溶解もなかった。

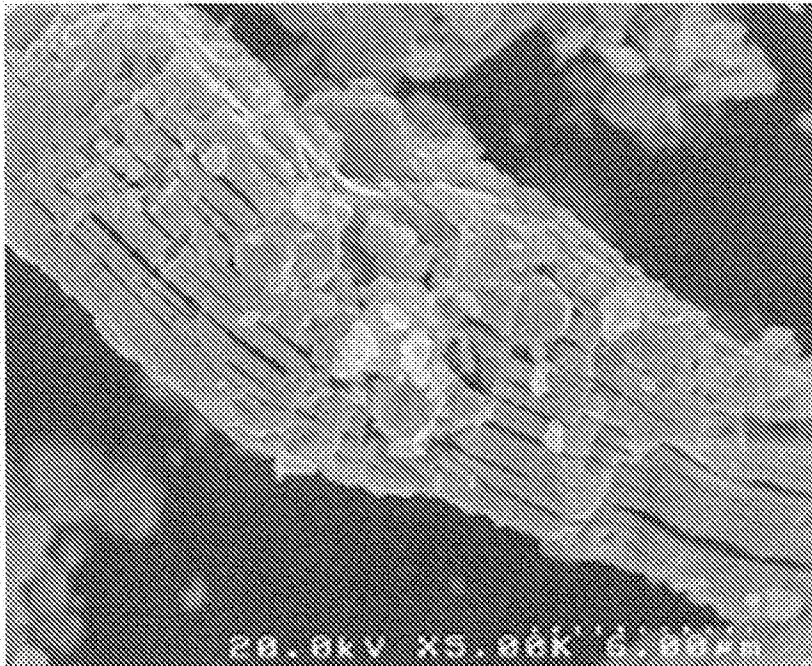
[0035] [実施例5]

電解液を1 M Li_2SO_4 に変えた他は、実施例4と同様にして比静電容量評価と安定性評価を行った。0.05 V～1.5 V（vs. RHE）の電位範囲で、電気分解を伴うガス発生がなく、電極（酸化イリジウムナノシート）の溶解もなかった。

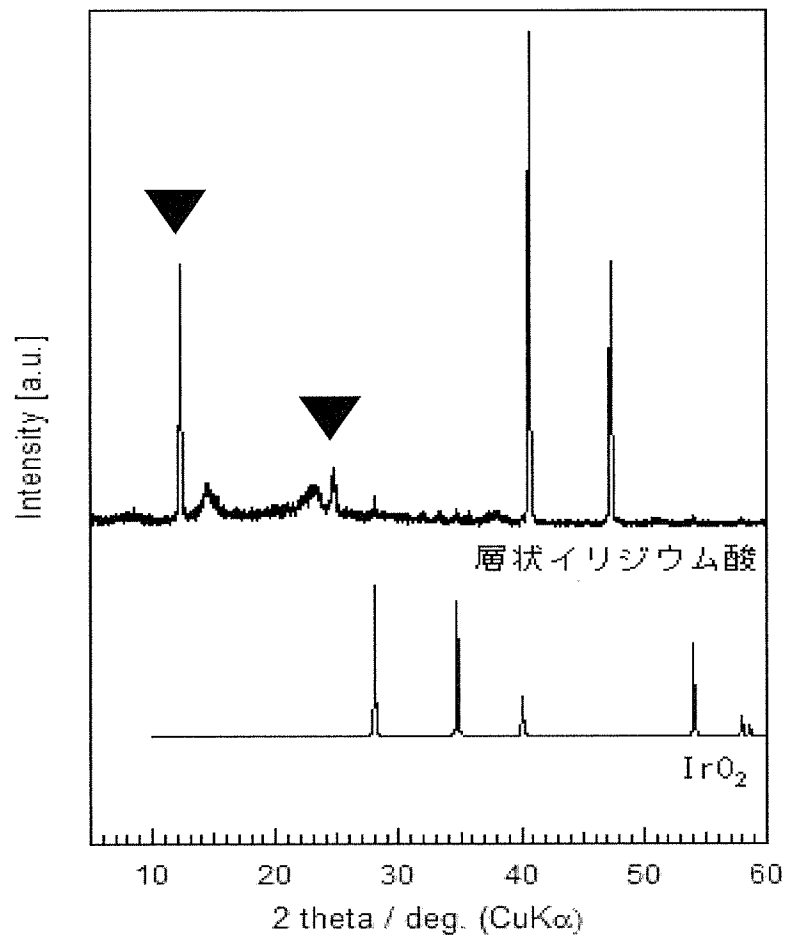
請求の範囲

- [請求項1] $M_x I r O_y \cdot n H_2 O$ (Mは1価の金属、 x は0.1～0.5、 y は1.5～2.5、 n は0.5～1.5) が層状に重なり合っていることを特徴とする層状イリジウム酸塩。
- [請求項2] 前記Mがカリウムであり、回折角 $2\theta = 13.0^\circ$ 、 26.0° に回折ピークがある、請求項1に記載の層状イリジウム酸塩。
- [請求項3] $H_x I r O_y \cdot n H_2 O$ (x は0.1～0.5、 y は1.5～2.5、 n は0～1) が層状に重なり合っていることを特徴とする層状イリジウム酸。
- [請求項4] 回折角 $2\theta = 12.3^\circ$ 、 24.6° に回折ピークがある、請求項3に記載の層状イリジウム酸。
- [請求項5] 3 nm以下の厚さの酸化イリジウム単結晶シートであることを特徴とする酸化イリジウムナノシート。

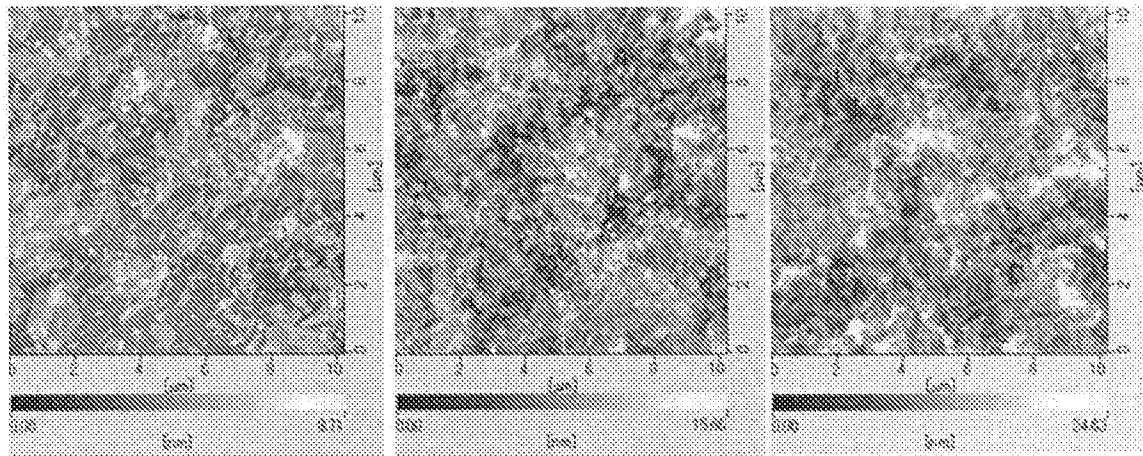
[図1]



[図2]



[図3]

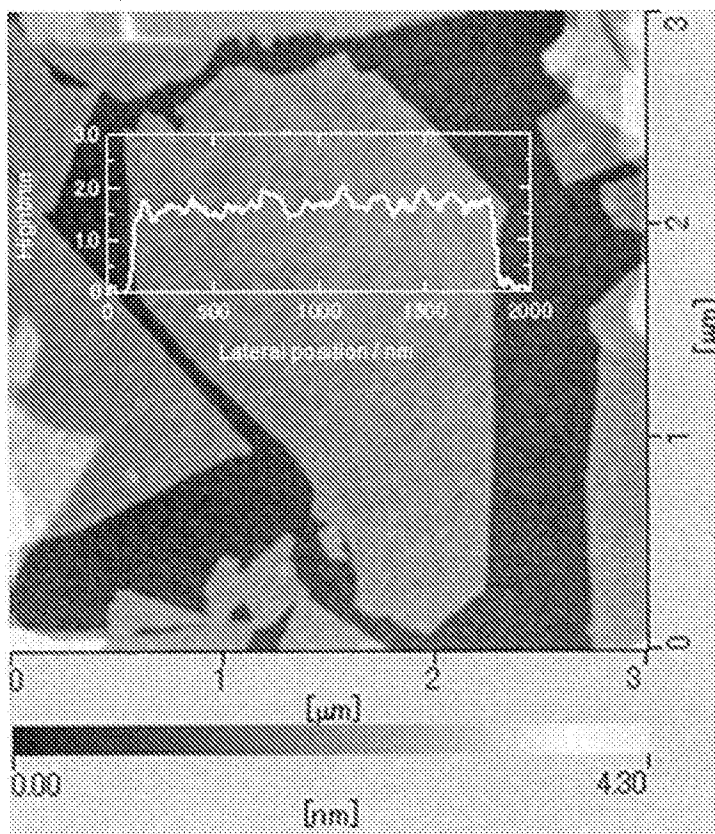


1 層

3 層

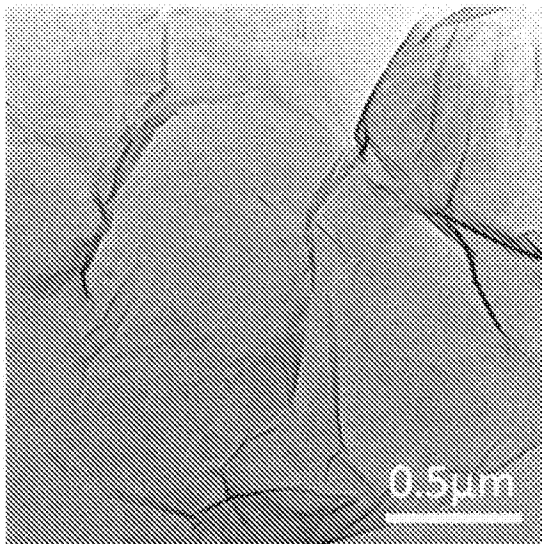
5 層

[図4]

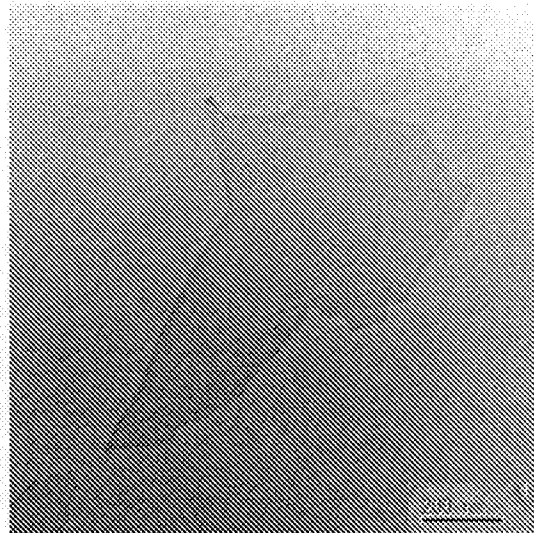


[図5]

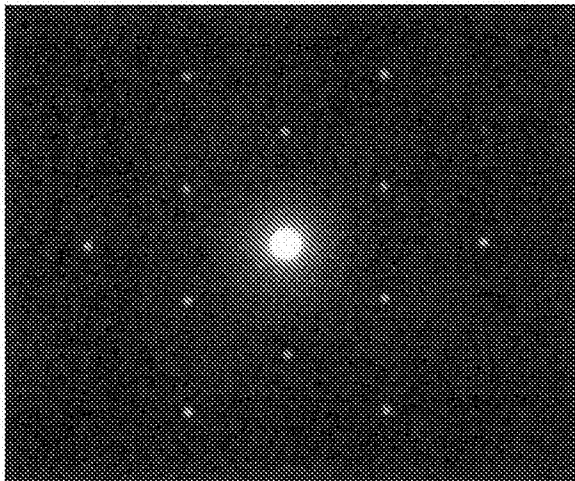
(A)



(B)



(C)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/056972

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C01G55/00(2006.01)i, B01J23/46(2006.01)i, B82Y30/00(2011.01)i, B82Y40/00(2011.01)i, C25B11/08(2006.01)i

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)

C01G55/00, B01J23/46, B82Y30/00, B82Y40/00, C25B11/08

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

JSTPlus(JDreamIII), JST7580(JDreamIII), JSTChina(JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-029838 A (Sharp Corp.), 14 February 2008 (14.02.2008), entire text & US 2009/0011536 A1 & US 2006/0099758 A1 & US 2006/0086314 A1 & US 2009/0024182 A1 & US 2006/0088993 A1 & US 2006/0124926 A1 & US 2008/0010707 A1 & US 2008/0277746 A1 & US 7022621 B1	1-5
A	JP 2006-117519 A (Sharp Corp.), 11 May 2006 (11.05.2006), entire text & US 2006/0086314 A1 & US 2006/0088993 A1 & US 2006/0124926 A1 & US 2008/0010707 A1 & US 2008/0277746 A1 & US 2009/0011536 A1 & US 2009/0024182 A1 & US 7022621 B1	1-5

☒ 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
29 May 2015 (29.05.15)

Date of mailing of the international search report
09 June 2015 (09.06.15)

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

International application No.

PCT/JP2015/056972

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-058429 A (Shinshu University), 28 March 2013 (28.03.2013), examples (Family: none)	1-5
P,X	Wataru SUGIMOTO et al., "Synthesis of IrO ₂ Nanosheet", 94th Annual Meeting of the Chemical Society of Japan in Spring (2014) Koen Yokoshu II, 12 March 2014 (12.03.2014), page 360 (2F1-09)	1-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C01G55/00(2006.01)i, B01J23/46(2006.01)i, B82Y30/00(2011.01)i, B82Y40/00(2011.01)i, C25B11/08(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C01G55/00, B01J23/46, B82Y30/00, B82Y40/00, C25B11/08

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

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

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)

JSTPlus (JDreamIII), JST7580 (JDreamIII), JSTChina (JDreamIII)

C. 関連すると認められる文献

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 2008-029838 A (シャープ株式会社) 2008.02.14, 全文 & US 2009/0011536 A1 & US 2006/0099758 A1 & US 2006/0086314 A1 & US 2009/0024182 A1 & US 2006/0088993 A1 & US 2006/0124926 A1 & US 2008/0010707 A1 & US 2008/0277746 A1 & US 7022621 B1	1-5
A	JP 2006-117519 A (シャープ株式会社) 2006.05.11, 全文 & US 2006/0086314 A1 & US 2006/0088993 A1 & US 2006/0124926 A1 & US 2008/0010707 A1 & US 2008/0277746 A1 & US 2009/0011536 A1 & US 2009/0024182 A1 & US 7022621 B1	1-5

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「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
「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)
「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

「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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
「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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 9 . 0 5 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 9 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

佐藤 哲

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 1 6

4 G

3 9 4 7

C (続き) . 関連すると認められる文献		
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 2013-058429 A (国立大学法人信州大学) 2013. 03. 28, 【実施例】 (ファミリーなし)	1-5
P, X	杉本渉 他, 酸化イリジウムナノシートの合成と電気化学特性, 日 本化学会第94春季年会 (2014) 講演予稿集 I I, 2014. 03. 12, Page360 (2F1-09)	1-5