

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 20 日現在

機関番号：34406

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K05673

研究課題名(和文) ソフト化学で創製したCu-Sn系硫化物半導体光電極上での水と二酸化炭素の資源化

研究課題名(英文) Fabrication of Copper-Tin based Semiconductor Photoelectrode for Transformation of Water and Carbon-dioxide Resources

研究代表者

東本 慎也 (Higashimoto, Shinya)

大阪工業大学・工学部・教授

研究者番号：70368140

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：地殻中に豊富に存在する元素からなる硫化銅スズ(Cu₂SnS₃、CTS)を水分解用光電極材料に用いた。CTS光電極は、電着法によりCuおよびSnを析出させ、固体硫黄の存在下で560℃に加熱することで作製した。Cu/Sn組成の異なるCTS光電極は単斜晶構造を有し、約0.90eVのバンドギャップを有する可視光から赤外光までの光吸収を示した。Pt-In₂S₃/CTS光電極は、太陽光照射下で水分解によりH₂を生成することが実証された。さらに、PEC特性はCTSのCu/Sn組成比に強く依存し、SnリッチなCTSは高いPEC水分解性を示し、H₂を生成することがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

無尽蔵でクリーンな太陽光エネルギーと光触媒を用いて、水からの「グリーン水素」の製造により化学燃料へと物質循環するシステムの構築は、エネルギー・環境保全の観点から意義のある課題である。元素戦略の観点から、ベースメタルから構成される銅-スズ硫化物(Cu₂SnS₃、CTS)化合物半導体は、高いモル吸光係数を有し、可視光から近赤外光を効率よく吸収できる光機能性材料として注目されている。CTS薄膜は、専ら、電子ビーム蒸着法などの真空プロセスで作製される。設備コストを格段に下げするために、非真空プロセスによる、溶液から超低コストでの作製技術の確立が重要である。

研究成果の概要(英文)：Copper tin sulfide (Cu₂SnS₃, CTS), a non-toxic p-type semiconductor composed of abundant elements in the earth crust has been employed for photoelectrochemical (PEC) water splitting. The CTS photoelectrodes were prepared by the electrodeposition (ED) of Cu and Sn ions with different Coulomb charge, followed by heating at 560 °C in the presence of solid sulfur. The CTS photoelectrode with different Cu/Sn composition has a monoclinic structure, and it exhibits optical absorption from visible-light to infrared light having a bandgap of ca. 0.90 eV. The Pt-In₂S₃/CTS photoelectrode was demonstrated to generate H₂ by the photocatalytic water splitting under solar light irradiation. Moreover, it was found that the PEC properties strongly depend on the Cu/Sn composite ratio of CTS, and the Sn-rich CTS exhibited the high PEC water splitting to produce H₂.

研究分野：光電気化学

キーワード：p型化合物半導体 銅-スズ硫化物 Cu₂SnS₃ 水の光分解 水素製造 光電極 単斜晶相 Sn-rich CTS

1. 研究開始当初の背景

水素は、燃料電池や、アンモニア、メタノール、そしてギ酸を合成するエネルギーキャリアとして、最も重要な物質の一つである。持続可能な低炭素社会を実現するためには、CO₂を排出しない水素製造プロセスの確立が必要である。近年、太陽光照射下で半導体光電極上で水を分解してH₂を製造する光触媒・光電気化学法(PEC)が注目されている。硫化銅スズ(Cu₂SnS₃, CTS)は高い吸収係数(~10⁴ cm⁻¹)を示し、可視光から近赤外光までの広い光吸収範囲を持つ。特に、単斜晶構造のCTS結晶では、0.90~1.02 eVのバンドギャップを有し、Cu空孔(V_{Cu})が発生しやすく、一部のV_{Cu}がSnで置換されたアンチ欠陥サイト(Sn_{Cu})が生成し、ドナー準位として機能する。

本研究では、CTS半導体薄膜を非真空プロセスで作製し、これらを光触媒として光電極材料へと応用した。

2. 研究の目的

(1) 電着法により、銅-スズの金属合金をMo基板上に析出させ、固体硫黄を用いた加熱・硫化処理によりCTSを作製した。これらの結晶構造、表面形態および組成は、XRD、ラマン、XPS、SEM-EDXおよび電気化学測定により評価した。

(2) Pt-In₂S₃/CTSの水分解の光電流-電圧(I_{ph} -V)特性について調べた。特に、CTS中のCu/Sn比が、水の光分解特性に及ぼす影響に注目し、研究を行った。

3. 研究の方法

ポテンショスタット(HA-151A、北斗電工)とクーロン/アンペア(HF-301、北斗電工)を用いて、電位制御で金属CuおよびSn前駆体をMo/ガラス上に堆積させた。電解析出は作用電極にMo/ガラス、対極に白金線、参照電極にAg/AgClを用いた3電極セットで行った。10 mM CuSO₄と10 mM クエン酸を含む水溶液(pH 2.5)中にて、-0.4 V vs. Ag/AgCl、600 mCのクーロン電荷でCuの析出、そして25 mMのスズメタンスルホン酸(pH 2.8)中にて、-0.55 V vs. Ag/AgClでSnの析出を行った。金属Cu/Sn前駆体の硫化は、N₂雰囲気下で石英管に固体硫黄100 mgを入れ、これを560°Cで20°C/minで硫化した。その後、CTS電極を10% KCN水溶液に2分間浸漬し、Cu_xSを選択的に除去した。Chemical Bath Deposition(CBD)法により、CTS上にIn₂S₃層を形成させた。19.0 μM H₂PtCl₆を含む0.1 M NaOH水溶液(pH 12.5)中にて、In₂S₃/CuInS₂へのPt種を光電着した。電解質セルには0.1 M リン酸緩衝液(pH 7.0)を用い、3電極構成の電解セル(VB12A、EC FRONTIER CO., Ltd)を用いて、水の光分解を行った。生成したH₂ガスは、GC-TCDによって検出した。

4. 研究成果

(1) Cu/Sn比の異なるCTS光電極のラマンスペクトル: CTS-3(1.26), CTS-7(1.84), CTS-9(2.06)(カッコ内はEDXにより測定したCu/Sn比)は、約290 cm⁻¹と350 cm⁻¹にラマンピークが観測され、単斜晶系結晶構造に帰属できた。したがって、Sn-richなCTSの光電極は単斜晶の結晶構造を持つことが確認された。

(2) CTS光電極は28.5°、47.3°、56.6°に対応する(-131)(-133)(-333)結晶面が観測され、CTSの単斜晶相の存在を確認した。Sn-rich CTSではSnO₂形成され、また、(-131)の回折ピークが量論比の時と比べて、高角度側にシフトしていることが観察され、結晶格子間隔が減少した。これは、Sn⁴⁺イオンがCu空孔(V_{Cu})に取り込まれ、SnリッチCTS(Cu/Sn < 2)上にアンチ欠陥サイト(Sn_{Cu})を形成したこと、およびSn⁴⁺のイオン半径(0.55 Å)がCu⁺のイオン半径(0.60 Å)より小さいことに起因していると考えられる。

(3) CTS(Cu/Sn比1.26~2.23)光電極は、可視光から赤外領域(~1400 nm)にかけて光吸収を示すことがわかった。CTSのバンドギャップは0.89~0.92 eVと見積もられ、単斜晶

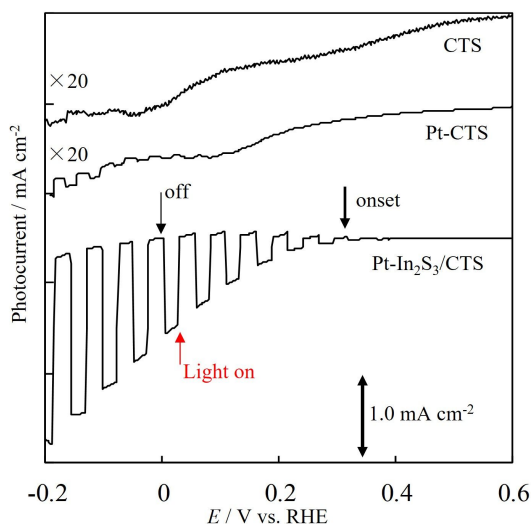


Figure 1 I_{ph} -V curves of CTS, Pt-CTS and Pt-In₂S₃/CTS photoelectrodes in 0.1 M phosphate buffer (pH: 7.0). The CTS photoelectrode (Cu/Sn: 1.47, CTS-5) was employed.

の結晶構造に対応した。

(4) 0.1 M リン酸緩衝液 (pH7) 中での CTS 光電極の通過光電流 (I_{ph})-電圧 (V) 特性を検討した結果を Figure 1 に示す。CTS 単体はほとんど光電流を示さなかったが、Pt-CTS 光電極は照射により数マイクロアンペアのカソード光電流を示し、p 型半導体として稼働することを確認した。光電流効率を向上させるために、CTS 光電極上にバッファ層として In_2S_3 、Pt ナノ粒子を担持した。その結果、Pt- In_2S_3 /CTS-5 光電極は光電流効率が大幅に向上し、オンセット電位は +0.30 V vs. RHE と見積もられた。一方、カソード電流は 0 V vs. RHE と暗下条件下では、ほとんど観測されなかった。Mott-Schottky プロットから、フラットバンド電位は +0.25 V vs. RHE と推定され、これはオンセット電位と同様の値であった。

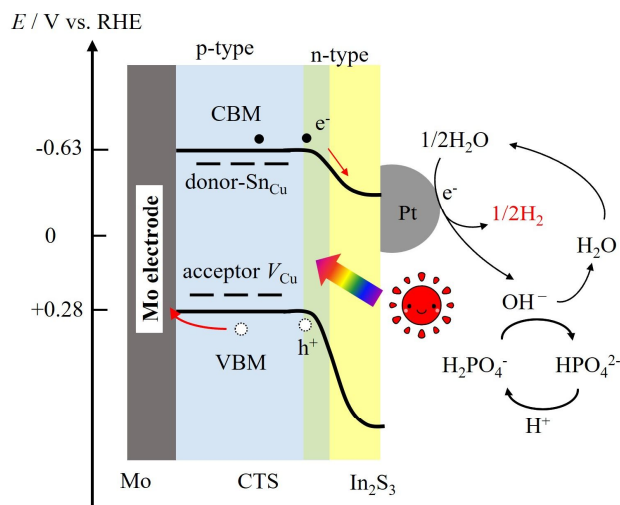


Figure 2 Schematic of water splitting to form H_2 by the photo-induced Pt- In_2S_3 /CTS photoelectrode in 0.1 M phosphate buffer (pH 7).

(5) Pt- In_2S_3 /CTS 光電極のバンド構造と、PEC 水分解の反応機構を示す (Figure 2)。CTS のバンドギャップとフラットバンド電位を考慮すると、伝導帯最大値 (CBM) は -0.63 V vs. RHE と見積もられ、プロトン還元に必要な電位である。また、 In_2S_3 の CBM は -0.3 V、価電子帯最大値 (VBM) は +1.7 V vs. RHE と見積もられた。p 型 CTS と n 型 In_2S_3 を組み合わせて pn 接合を形成すると、両者のフェルミ準位が同じ位置で一致し、バンドベンディングが生じた。この p-n 接合に照射すると、効果的に電荷分離 (h^+ と e^-) が起こり、Pt を助触媒とすることで、水の光分解の活性向上につながった。

(6) Pt- In_2S_3 /CTS 光電極上での水の光分解の耐久性試験を、0.1 M リン酸緩衝液 (pH7) 中、+0.1 V vs RHE にて行った。照射により、カソード光電流は徐々に増加し、90 分以内に安定した。 H_2 は照射時間の増加とともに増加し、消灯すると停止することが確認された。ファラディック効率 (H_2 発生に使用した電荷を回路を通過した電荷で割った割合) は 63.0% であった。初期には誘導期が見られたが、時間の経過とともに H_2 が発生した。誘導期が発生した理由としては、電解液中に H_2 が溶出したことや、欠陥部位での電子捕獲による表面改質などが考えられる。耐久試験後の XRD では、結晶構造に大きな変化は見られなかった。

(7) 光電流効率と Cu/Sn 比の関係を Figure 3 に示した。Cu/Sn 比が化学量論 ~2 のとき、Pt- In_2S_3 /CTS は約 0.8 mA/cm² の光電流効率を示した。したがって、電解析出法で作製した CTS は、結晶構造が良好であるため、優れていると考えられる。さらに、Sn リッチ Cu/Sn 比が 1.4 ~ 1.8 の場合、Sn リッチ CTS 光電極は化学量論比の場合よりも高い光電流効率を示すことが確認された。

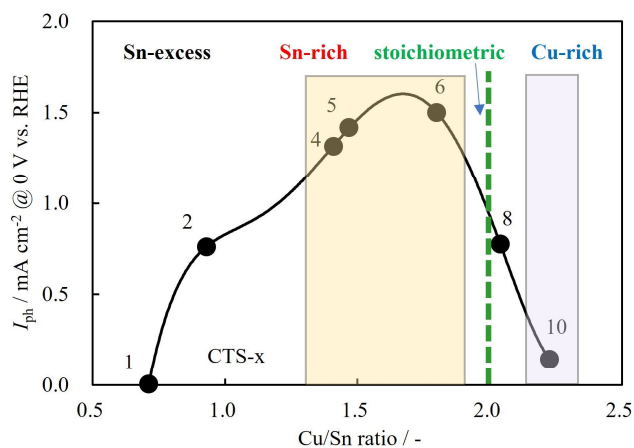


Figure 3 Relationship between I_{ph} at 0 V vs. RHE and the ratio of the Cu/Sn on several Pt- In_2S_3 /CTS. The number in the inset indicates CTS-x (x: 1~10 except for 3, 7 and 9).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 17件 / うち国際共著 10件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 M. Tanaka, Y. Hirose, Y. Harada, M. Takahashi, Y. Sakata	4. 巻 5
2. 論文標題 Fabrication of Cu ₂ ZnSnS ₄ (CZTS) by co-electrodeposition of Cu-Zn-Sn alloys, and effect of chemical composition of CZTS on their photoelectrochemical water splitting	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Results in Chemistry	6. 最初と最後の頁 100900
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.rechem.2023.100900	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 K. Usui, M. Takahashi, T. Fukushima, M. Anpo, S. Higashimoto	4. 巻 49(5)
2. 論文標題 Effect of cyclic voltammetry on the deposition of Ni cocatalyst on CuInS ₂ photoelectrode for water splitting under solar light irradiation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Research on Chemical Intermediates	6. 最初と最後の頁 1785-1799
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11164-023-04992-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 S. Higashimoto, Y. Kurikawa, Y. Tanabe, T. Fukushima, A. Harada, M. Murata, Y. Sakata, H. Kobayashi	4. 巻 32515
2. 論文標題 Photocatalytic property of WO ₃ modified with noble metal co-catalysts towards selective hydroxylation of benzene to phenol under visible light irradiation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Applied Catalysis B: Environmental	6. 最初と最後の頁 122289
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apcatb.2022.122289	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 S. Kamemoto, Y. Matsuda, M. Takahashi, S. Higashimoto	4. 巻 411-412
2. 論文標題 Photocatalytic water splitting on Cu ₂ SnS ₃ photoelectrode: Effects of Cu/Sn composite ratio on the photoelectrochemical performance	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Catalysis Today	6. 最初と最後の頁 113820
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cattod.2022.06.035	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 M. Tanaka, Y. Matsuda, M. Takahashi, S. Higashimoto	4. 巻 410
2. 論文標題 Photocatalytic water splitting on the CuInS ₂ photoelectrodes: Effects of co-electrodeposition mechanisms on the photoelectrochemical properties	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Catalysis Today	6. 最初と最後の頁 302-308
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cattod.2022.02.003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 M. Seike, M. Uda, T. Suzuki, H. Minami, S. Higashimoto, T. Hirai, Y. Nakamura, S. Fujii	4. 巻 7(15)
2. 論文標題 Synthesis of Polypyrrole and Its Derivatives as a Liquid Marble Stabilizer via a Solvent-Free Chemical Oxidative Polymerization Protocol	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 13010-13021
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.2c00327	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 K. Matoba, Y. Matsuda, M. Takahashi, Y. Sakata, J. Zhang, Jinlongd, S. Higashimoto	4. 巻 375
2. 論文標題 Fabrication of Pt/In ₂ S ₃ /CuInS ₂ thin film as stable photoelectrode for water splitting under solar light irradiation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Catalysis Today	6. 最初と最後の頁 87-93
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cattod.2020.01.015	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 S. Higashimoto, Y. Sasakura, R. Tokunaga, M. Takahashi, H. Kobayashi, J. Jiang, Y. Sakata	4. 巻 623
2. 論文標題 Synthesis, characterization and photocatalytic properties of robust resorcinol-formaldehyde polymer fine particles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Catalysis A: General	6. 最初と最後の頁 118240
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apcata.2021.118240	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Y. Tani, K. Imada, T. Kamimura, M. Takahashi, M. Anpo, S. Higashimoto	4. 巻 47
2. 論文標題 Solution-processed fabrication of copper indium sulfide (CuInS ₂) as optical absorber for superstrate CuInS ₂ /CdS/TiO ₂ solid-state solar cells	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Research on Chemical Intermediates	6. 最初と最後の頁 169-182
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11164-020-04349-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 K. Matoba, M. Takahashi, Y. Matsuda, S. Higashimoto	4. 巻 895
2. 論文標題 Photoelectrochemical water splitting on the Pt-In ₂ S ₃ /CuInS ₂ photoelectrode under solar light irradiation: Effects of electrolytes on the solar energy to hydrogen conversion	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Electroanalytical Chemistry	6. 最初と最後の頁 115489
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jelechem.2021.115489	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Uda Makoto, Higashimoto Shinya, Hirai Tomoyasu, Nakamura Yoshinobu, Fujii Syuji	4. 巻 212
2. 論文標題 Synthesis of poly(alkylaniline)s by aqueous chemical oxidative polymerization and their use as stimuli-responsive liquid marble stabilizer	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Polymer	6. 最初と最後の頁 123295 ~ 123295
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polymer.2020.123295	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tani Yuki, Imada Keiichiro, Kamimura Tomosumi, Takahashi Masanari, Anpo Masakazu, Higashimoto Shinya	4. 巻 47
2. 論文標題 Solution-processed fabrication of copper indium sulfide (CuInS ₂) as optical absorber for superstrate CuInS ₂ /CdS/TiO ₂ solid-state solar cells	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Research on Chemical Intermediates	6. 最初と最後の頁 169 ~ 182
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11164-020-04349-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 M., Asaumi Yuta, Uda Makoto, Seike Musashi, Oyama Keigo, Higashimoto Shinya, Hirai Tomoyasu, Nakamura Yoshinobu, Fujii Syuji	4. 巻 52
2. 論文標題 Dodecyl sulfate-doped polypyrrole derivative grains as a light-responsive liquid marble stabilizer	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 589 ~ 599
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41428-020-0307-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kurikawa Yuya, Togo Masahiro, Murata Michihisa, Matsuda Yasuaki, Sakata Yoshihisa, Kobayashi Hisayoshi, Higashimoto Shinya	4. 巻 10
2. 論文標題 Mechanistic Insights into Visible Light-Induced Direct Hydroxylation of Benzene to Phenol with Air and Water over Pt-Modified WO3 Photocatalyst	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Catalysts	6. 最初と最後の頁 557 ~ 557
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/catal10050557	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Matsuda Yasuaki, Funakoshi Kousei, Sebe Ryosuke, Kobayashi Genki, Yonemura Masao, Imanishi Nobuyuki, Mori Daisuke, Higashimoto Shinya	4. 巻 10
2. 論文標題 Arrangement of water molecules and high proton conductivity of tunnel structure phosphates, KMg _{1-x} H _{2x} (PO ₃) ₃ ·yH ₂ O	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 7803 ~ 7811
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d0ra00690d	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Higashimoto Shinya, Katsuura Kenta, Yamamoto Mari, Takahashi Masanari	4. 巻 133
2. 論文標題 Photocatalytic activity for decomposition of volatile organic compound on Pt-WO ₃ enhanced by simple physical mixing with TiO ₂	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Catalysis Communications	6. 最初と最後の頁 105831 ~ 105831
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.catcom.2019.105831	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Matoba Kuniaki, Matsuda Yasuaki, Takahashi Masanari, Sakata Yoshihisa, Zhang Jinlong, Higashimoto Shinya	4. 巻 -
2. 論文標題 Fabrication of Pt/In ₂ S ₃ /CuInS ₂ thin film as stable photoelectrode for water splitting under solar light irradiation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Catalysis Today	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cattod.2020.01.015	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計44件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 濱田優衣、東本慎也
2. 発表標題 共電着法を用いて作製したCu ₂ ZnSn _{1-x} GexS ₄ 光電極の光電気化学特性
3. 学会等名 日本化学会 第103春季年会 (2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 坂田翔太、東本慎也
2. 発表標題 共電着法による酸化銅ピスマス光カソード電極の作製および光電気化学的水分解の特性評価
3. 学会等名 日本化学会 第103春季年会 (2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 臼井一起、東本慎也
2. 発表標題 Ni 助触媒を担持した CuInS ₂ 光電極作製とそれらの光電気化学特性
3. 学会等名 日本エネルギー学会関西支部 「第 67 回研究発表会」
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 張野貴之, 東本慎也
2. 発表標題 溶液法により作製したバルクヘテロ接合を有する CuInS ₂ 太陽電池の高効率化
3. 学会等名 日本エネルギー学会関西支部 「第 67 回研究発表会」
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 廣瀬勇哉, 東本慎也
2. 発表標題 共電着法により作製した Cu ₂ ZnSnS ₄ 光カソード電極を用いた水からの水素生成
3. 学会等名 日本エネルギー学会関西支部 「第 67 回研究発表会」
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮脇圭吾, 東本慎也
2. 発表標題 酸化タングステン光触媒を用いた硝酸イオンの光還元反応
3. 学会等名 日本エネルギー学会関西支部 「第 67 回研究発表会」
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Waka Matsunoto, S. Higashimoto
2. 発表標題 PS-27 Improvement of photoelectrochemical properties for water oxidation on BiVO ₄ modified with bulk and surface
3. 学会等名 OKCAT2022, Osaka-Kansai International Symposium on Catalysis (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kosuke Imai, S. Higashimoto
2. 発表標題 PsS-32 Complete photodegradation of VOCs on Cu-supported WO ₃ photocatalyst: Enhancement of activity by physical mixing with TiO ₂
3. 学会等名 OKCAT2022, Osaka-Kansai International Symposium on Catalysi (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Mizuki Inada, S. Higashimoto
2. 発表標題 PS-33 Suasi-Solid-state CuInS ₂ quantum dot solar cells using silica-containing ionic liquids
3. 学会等名 OKCAT2022, Osaka-Kansai International Symposium on Catalysi (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 白井一起・東本慎也
2. 発表標題 Ni助触媒を用いたCuInS ₂ 光電極の作製と光電気化学特性
3. 学会等名 日本化学会秋季事業 第12回 CSJ化学フェスタ2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 今井康介・東本慎也
2. 発表標題 Cu担持WO ₃ 光触媒上におけるVOCの完全光分解反応: TiO ₂ との物理混合による複合効果
3. 学会等名 日本化学会秋季事業 第12回 CSJ化学フェスタ2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 稲田瑞己・徳永愛未・東本慎也
2. 発表標題 シリカ含有イオン液体を用いたCuInS ₂ 量子 ドット太陽電池の擬固体化
3. 学会等名 日本化学会秋季事業 第12回 CSJ化学フェスタ2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松本和香・東本慎也
2. 発表標題 Mo-BiVO ₄ 光電極の作製と含侵法でのCoPi担持による性能改質
3. 学会等名 日本化学会秋季事業 第12回 CSJ化学フェスタ2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 廣瀬勇哉・東本慎也
2. 発表標題 共電着法を用いて作製したCu ₂ ZnSn(S _{1-x} Se _x) ₄ 光電極上での還元的水の光分解反応
3. 学会等名 日本化学会秋季事業 第12回 CSJ化学フェスタ2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shinya Higashimoto
2. 発表標題 Visible-Light Sensitive Pd-Pt Bimetal Deposited-WO ₃ Photocatalyst for Selective Hydroxylation of Benzene to Phenol
3. 学会等名 12th International Conference on Environmental Catalysis (ICEC2022) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 今井康介・東本慎也
2. 発表標題 Cu担持W03光触媒上におけるVOCの完全光分解反応：TiO2との物理混合による複合効果
3. 学会等名 第41回光がかかわる触媒化学シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松本 和香、東本 慎也
2. 発表標題 MoドーブしたBiVO4光電極の作製とそこにおける水の光分解反応特性
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 臼井 一起、東本 慎也
2. 発表標題 電解析出法とスプレー熱分解法を用いたCu(In _{1-x} Ga _x)S ₂ 光電極の作製とそれらの光電気化学特性
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 今井 康介、東本 慎也
2. 発表標題 Cu担持W03光触媒上におけるVOCの完全光分解反応：TiO2との物理混合による複合効果
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 徳永 竜己、東本 慎也
2. 発表標題 可視光応答型RF樹脂光触媒の活性向上：RF樹脂へのフッ化物イオンの添加効果
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 廣瀬 勇哉、東本 慎也
2. 発表標題 電解析出法を用いて作製したCuIn(S,Se) ₂ 光電極上における水の光分解特性
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 張野 貴之、東本 慎也
2. 発表標題 溶液法により作製したバルクヘテロ接合を有するCuInS ₂ 太陽電池の高効率化
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 栗川優也・東本慎也
2. 発表標題 Pd/Pt-WO ₃ 光触媒上でのベンゼンからフェノールへの光触媒反応
3. 学会等名 第39回光がかかわる触媒化学シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小松晃貴・東本慎也
2. 発表標題 イオン液体を用いた銅-インジウム-硫化物量子ドット太陽電池の高耐久化および高効率化
3. 学会等名 第39回光がかかわる触媒化学シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 谷祐輝・東本慎也
2. 発表標題 溶液法で作製した銅-インジウム-硫化物全固体型太陽電池の高効率化
3. 学会等名 第39回光がかかわる触媒化学シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 的場邦晶、東本慎也
2. 発表標題 電解析出法により作製したCuInS ₂ 光電極を用いた太陽光による水からの水素製造
3. 学会等名 第39回光がかかわる触媒化学シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中 満・東本慎也
2. 発表標題 Cu-In合金の一段階による電解析出法を用いたCuInS ₂ 薄膜の作製と光電気化学特性
3. 学会等名 第39回光がかかわる触媒化学シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 的場 邦晶・東本 慎也
2. 発表標題 電解析出法を用いて作製した CuInS ₂ 光電極による太陽光と水からの水素製造
3. 学会等名 第 30 回キャラクタリゼーション講習会 「触媒および表面の解析に役立つ キャラクタリゼーションの基礎と実際」
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 栗川 優也・東本 慎也
2. 発表標題 Pd/Pt-WO ₃ 光触媒上でのベンゼンからフェノールへの選択的光触媒反応
3. 学会等名 第 30 回キャラクタリゼーション講習会 「触媒および表面の解析に役立つ キャラクタリゼーションの基礎と実際」
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 谷 祐輝・東本 慎也
2. 発表標題 溶液法で作製した銅-インジウム-硫化物全固体型太陽電池の創出
3. 学会等名 第 30 回キャラクタリゼーション講習会 「触媒および表面の解析に役立つ キャラクタリゼーションの基礎と実際」
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中 満・東本 慎也
2. 発表標題 Cu-In 合金の一段階による電解析出法を用いて作製した CuInS ₂ 薄膜上での水の光分解反応
3. 学会等名 第 30 回キャラクタリゼーション講習会 「触媒および表面の解析に役立つ キャラクタリゼーションの基礎と実際」
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 亀本 修司・東本 慎也
2. 発表標題 電解析出法を用いた Cu ₂ SnS ₃ 光電極の作製と光電気化学特性
3. 学会等名 第 30 回キャラクタリゼーション講習会 「触媒および表面の解析に役立つ キャラクタリゼーションの基礎と実際」
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 的場邦晶, 東本慎也
2. 発表標題 電解析出法により作製した CuInS ₂ 光電極上での太陽光と水からの水素製造
3. 学会等名 日本エネルギー学会関西支部 「第 65 回研究発表会」参加募集
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 栗川優也, 東本慎也
2. 発表標題 水の光酸化を伴う Pd/Pt-WO ₃ 光触媒上でのベンゼンからフェノールへの選択的光触媒反応
3. 学会等名 日本エネルギー学会関西支部 「第 65 回研究発表会」参加募集
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小松晃貴・東本慎也・松田泰明
2. 発表標題 イオン液体を用いたCuInS ₂ 量子ドット太陽電池の高耐久化および高効率化
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会 (2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中満・東本慎也・松田泰明
2. 発表標題 Cu-In合金の一段階による電解析出法を用いたCuInS ₂ 薄膜の作製と光電気化学特性
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会 (2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 徳永竜己・東本慎也
2. 発表標題 レゾルシノール-ホルムアルデヒド(RF)樹脂光触媒上での揮発性有機化合物(VOCs)の光分解反応
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会 (2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 臼井一起、東本慎也
2. 発表標題 電解析出法を用いた Cu(In,Ga)S ₂ 光電極の作製と光電気化学特性
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会 (2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 張野貴之、東本慎也
2. 発表標題 溶液法で作製したCuInS ₂ 量子ドット太陽電池の高効率化
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会 (2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 廣瀬 勇哉, 松田 泰明, 東本 慎也
2. 発表標題 電解析出法を用いたCuIn(S,Se) ₂ 光電極の作製と光電気化学的水分解への応用
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会 (2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 廣瀬 勇哉, 松田 泰明, 東本 慎也
2. 発表標題 電解析出法を用いたCuIn(S,Se) ₂ 光電極の作製と光電気化学的水分解への応用
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会 (2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 廣瀬 勇哉, 松田 泰明, 東本 慎也
2. 発表標題 電解析出法を用いたCuIn(S,Se) ₂ 光電極の作製と光電気化学的水分解への応用
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会 (2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 廣瀬 勇哉, 松田 泰明, 東本 慎也
2. 発表標題 電解析出法を用いたCuIn(S,Se) ₂ 光電極の作製と光電気化学的水分解への応用
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会 (2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 廣瀬 勇哉, 松田 泰明, 東本 慎也
2. 発表標題 電解析出法を用いたCuIn(S,Se) ₂ 光電極の作製と光電気化学的水分解への応用
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会 (2021)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関