

論文審査の結果の要旨

報告番号	甲 先 第 3 6 8 号	氏 名	謝 天
審査委員	主査 直井 美貴 副査 安澤 幹人 副査 森賀 俊広 副査 敖 金平		
学位論文題目 Preparation and Characterization of CuO _x -based Photocatalyst and NiFeP-based Electrocatalyst for Water Splitting (水分解用 CuO _x 光触媒と NiFeP 電極触媒の製作と特性評価)			
審査結果の要旨 <p>水素製造のための水分解は、エネルギー不足と環境汚染の危機の潜在的な解決策である。近年、この研究分野には研究者の持続的な努力により大きな進歩が遂げられている。半導体による光電気化学水分解による太陽エネルギー変換は、エネルギーと環境の問題を解決する最も効果的な方法の1つになっている。電気触媒による水分解は、クリーンエネルギーと再生可能エネルギーの有望なものを見出すこともできる。安定で効率的な電極触媒の合成は、水素発生反応と酸素発生反応にとって最も重要である。本論文では、光電気化学水分解と電気触媒水分解を含む、完全水分解のための2種類の方法について研究した。</p> <p>まず、フッ素ドープ酸化スズ透明導電ガラス (FTO) 基板上に異なるガス (Ar/O₂) 組成で反応性スパッタリングによってCuO_x複合光触媒を合成させた。反応性スパッタリング合成法は、CuO_x光触媒を大面積に均一かつ迅速に堆積できる方法である。これらのCuO_x光触媒の光電気化学特性から、CuO_x光触媒 (Ar/O₂=30 : 7) は、バイアス電位-0.5 V (vs. Ag/AgCl) で3.2 mA/cm²の光電流密度が得られ、CuO_x (Ar/O₂=30 : 5) の2倍であった。CuO_x光触媒の構造、形態、および電気化学的特性の詳細な特性評価が行われ、CuO_x光触媒 (Ar/O₂=30 : 7) のPEC性能の改善は、欠陥が少ないためであり、優れたCuO_x光触媒の製造に最適な条件であることを示した。</p> <p>次に、p-nヘテロ接合に基づくCuO_x/WO₃光触媒が、高性能で安定した光電陰極として提案された。反応性スパッタリングによってCuO_x/WO₃光触媒を堆積された。その後、O₂雰囲気中で低速アニールが行われた。O₂雰囲気中で500°Cの低速アニール条件を用い、最適化されたCuO_x/WO₃光触媒は、バイアス電位-0.5 V (vs. Ag/AgCl) で3.8 mA cm⁻²の光誘起電流密度が得られ、CuO_xの1.5倍になった。この増強された光電気化学性能は、光生成電子と正孔のn-WO₃およびp-CuO_xへの移動が加速され、光生成キャリアの分離も加速されたヘテロp-n接合が起因であると考えられる。さらに、CuO_x光触媒の表面に覆われたWO₃層は、電解質中のCu₂Oの安定性を向上させることができるとみられる。</p> <p>最後に、ニッケルフォームにサポートされた新しい高活性ナノコンポジット電極触媒Ni-Fe-P-FeMnO₃が設計され、無電解めっきと脱合金化により用意された。ナノコンポジット電極触媒Ni-Fe-P-FeMnO₃/NFは、HERに対して顕著な電極触媒活性を示し、1 M KOHで10 mA cm⁻²の電流密度で16.62 mVという非常に低い過電圧であり、貴金属触媒 (Pt/C) よりも優れていた。さらに、Ni-Fe-P-FeMnO₃/NF電極触媒も同様に顕著なOER活性を示し、50 mA cm⁻²および10 mA cm⁻²の電流密度で297 mVおよび219 mVの過電圧のみを必要とした。アノードとカソードとして両方使用される完全水分解の活性は、10 mA cm⁻²の電流密度に達し、わずか1.63 Vの低い過電圧であることは明らかにした。得られた電極触媒の高性能は、主にナノペロブスカイトFeMnO₃のユニークな構造と、ニッケル、鉄およびリンの相乗効果によるものであることを判明した。</p> <p>本研究では、水分解用CuO_x光触媒とNiFeP電極触媒の製作と特性評価について、優れた成果が得られている。本論文は博士 (工学) の学位授与に値するものと判定する。</p>			