シリコン量子ドット光触媒による水素生成

Hydrogen evolution by silicon quantum dot photocatalyst

神戸大院工　°高田　三穂，杉本　泰，藤井　稔

Kobe Univ., °Miho Takada, Hiroshi Sugimoto, and Minoru Fujii

E-mail: fujii@eedept.kobe-u.ac.jp

半導体量子ドットは、量子サイズ効果によるエネルギーギャップの可変性、広い吸収バンド幅、形状による特性制御、高い比表面積等の特徴を有しており、材料設計の自由度が高いことから、可視光応答光触媒材料として期待されている。様々な量子ドット材料の中で、シリコン量子ドットは、資源として豊富に存在し、さらに環境親和性が非常に高いという特徴を有している。一方、数ナノメートルサイズのシリコン量子ドットは水溶液中で容易に酸化するため、表面酸化膜の形成により触媒活性が消失することが大きな問題となっている。

我々のグループでは、表面にホウ素とリンを非常に高濃度にドーピングしたアモルファスシェルを有するシリコン量子ドットを開発している[1]。この量子ドットは負の表面電位を有しているため、有機分子による修飾なしで水溶液中で高い分散性を示す。そのため、量子ドット／溶液界面において高効率の電荷移動が可能である。また、このアモルファスシェルは高い酸化耐性を有しており、安定した触媒作用が期待できる。図 1(a)に、水（犠牲剤としてメタノールを添加）に分散したシリコン量子ドットによる水素生成実験の結果を示す。光照射時間 17 時間まで水素生成が観測されており、従来のシリコン量子ドットと比較して光触媒としての安定性が大幅に向上している。

今回は、シリコン量子ドット光触媒による水素生成のメカニズム解明を目的に、電気化学的手法によりシリコン量子ドットと溶液間の電荷授受の過程について研究を行った。シリコン量子ドット分散溶液を ITO 基板上に塗布することにより、シリコン量子ドット光陰極を形成した。図 1(b)に測定のセットアップを示す。測定は三電極法で行った。溶媒には水を、支持電解質には硫酸ナトリウムを用いた。リニアスイープボルタンメトリー（LSV）とクロノアンペロメトリー（CA）によりプロトンの還元電流の測定を試みた。図 1(c)に電圧-1.2 V (vs Ag/AgCl)印加下における薄膜の光応答（405 nm）を示す。5 分ごとに照射光の ON/OFF を行っており、光電流が観測されている。講演では、異なるサイズのシリコン量子ドットの LSV の結果及び水素生成量との整合性について議論する。

[1] M. Fujii, et al., *Chem. Commun.*, vol. 54, p. 4375, 2018.

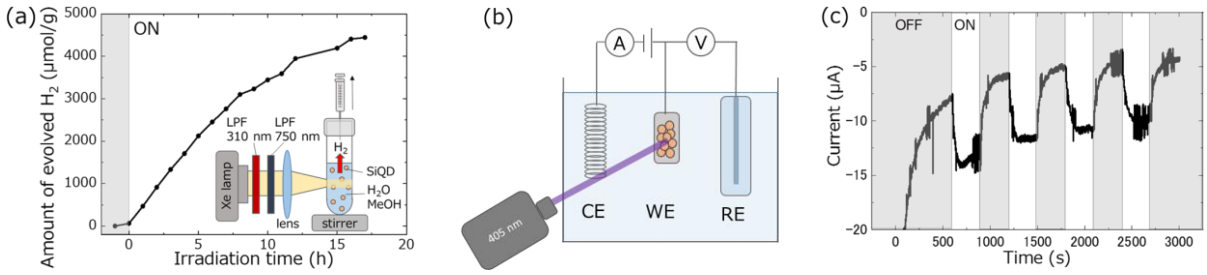

Figure 1. (a) Amount of evolved H_2 as a function of irradiation time. (b) Schematic of a three electrodes setup. (c) Current response of a SiQDs photocathode biased at -1.2 V vs Ag/AgCl.

© 2020年 応用物理学会