

シリコン量子ドット光触媒による水素生成 (I)

Hydrogen Evolution by Silicon Quantum Dot Photocatalyst

神戸大院工 °周 昊, 杉本 泰, 藤井 稔

Kobe Univ. °Hao Zhou, Hiroshi Sugimoto, and Minoru Fujii

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

我々のグループでは、新しいシリコン系ナノ材料として、ホウ素とリンを同時にドーピングした全無機コロイド状シリコン量子ドットを開発している (図 1 (a): シリコン量子ドットを分散した水、メタノール混合溶液 (濃度 4 : 1))。このシリコン量子ドットは、表面に吸着した分子への電荷移動により光触媒として機能することがわかっている[1]。また、電荷移動レートには強いサイズ依存性があり、量子サイズ効果によるエネルギー準位構造の変化が光触媒反応のレートを決める重要な要因であることも明らかになっている[1]。本研究では、シリコン量子ドットを光触媒とした水素生成について研究を行ったので報告する。

ホウ素のリンを同時ドーピングしたシリコン量子ドットは、参考文献[2]の方法で作製した。成長温度を 1050°C から 1200°C まで変化させることにより、平均直径を制御した。図 1 (b) に、異なる温度で成長したシリコン量子ドットの透過型電子顕微鏡像を示す。また、1150°C で成長したシリコン量子ドットの高分解能像を示す。結晶性の高いシリコン量子ドットをサイズを制御して成長できていることがわかる。1100°C、1150°C、1200°C で成長したシリコン量子ドットの平均直径は、それぞれ 4.0、5.5、8.0 nm であった。

水素生成の実験は、水とメタノールの混合溶液(体積比 4 : 1)にシリコン量子ドットを分散させたものに、キセノンランプ (500W) の光を照射することにより行った。メタノールは、正孔を除去する犠牲剤として導入している。深紫外光及び赤外光は、紫外カットフィルターと熱線カットフィルターにより除去している。照射光の波長範囲は、310-750nm である。1 時間おきにシリンジでセル中のガスを採取し、ガスクロマトグラフィーにより水素生成量を測定した。図 1 (c) に、成長温度が 1200°C のシリコン量子ドットの水素生成量と光照射時間の関係を示す。水素生成量は、照射時間にほぼ比例している。講演では、シリコン量子ドットのサイズが水素生成レートについて議論する。

[1] T. Kojima, et al., Phys. Chem. C 122, 1874-1880 (2018).

[2] H. Sugimoto, et al., Phys. Chem. C 117, 11850-11857 (2013).

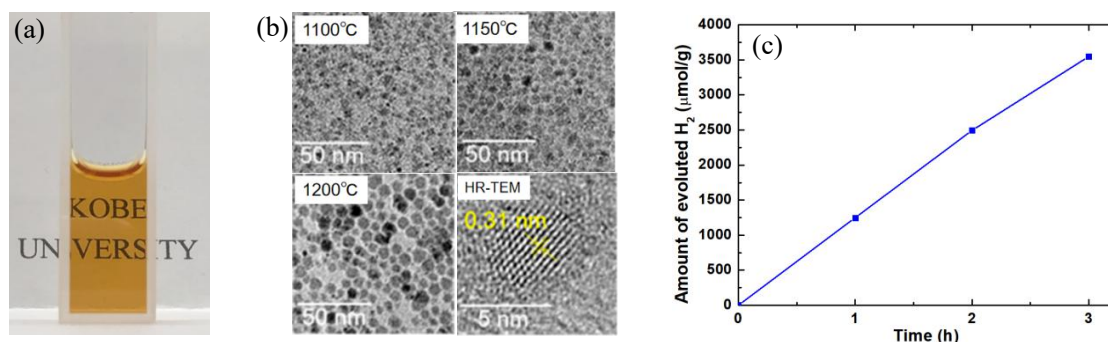


Fig. (a) Photograph of a water/methanol mixed solution of Si QDs. (b) TEM images of Si QDs grown at 1100, 1150 and 1200 °C and High-resolution TEM image of a Si QD grown at 1150 °C. (c) Amount of evolved H₂ as a function of irradiation time for Si QDs grown at 1200 °C