

シランカップリング反応によるシリコン量子ドットの表面修飾

Surface modification of silicon quantum dots by silane coupling

神戸大院工¹ 井上 飛鳥¹, 杉本 泰¹, 藤井 稔¹

Kobe Univ.¹, ^oAsuka Inoue¹, Hiroshi Sugimoto¹, Minoru Fujii¹,

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

近年、生体に無害な半導体量子ドットとしてシリコン量子ドット(Si-QD)が注目を集めている。本研究室ではホウ素とリンを同時にSi-QDにドーピングするという手法を用いて、有機分子による表面修飾なしで高い分散性を保持するSi-QDコロイド溶液の開発に成功した(Figure 1) [1]。このSi-QDは生体の透過率が高い近赤外領域において発光を示すことや広いpH範囲で高い分散性を有することから、バイオ分野において画期的な発光ナノ材料になりうる可能性を秘めている。

本研究の目的は、このSi-QDの表面修飾技術を確立することで新しい機能を付与し、バイオ分野における汎用性を高める点にある。表面修飾方法には、シランカップリング反応を採用する。Si-QDの表面はSi-OHが支配的であり、シランカップリング剤による表面修飾が可能である。Figure 2(a)に表面修飾プロセスの模式図を示す。本研究ではFigure 2(b)に示す分子構造が異なる3種類のシランカップリング剤を用いて表面修飾を行った。Aは末端がSH基、B、CはNH₂基である。構造の異なるシランカップリング剤を用いてSi-QDとシランカップリング剤の分子数の比を変化させ(1:250, 500, 2500)、光透過スペクトルと発光特性の評価を行った。表面修飾を行った後の光透過スペクトルをFigure 2(b)に示す。Aを用いた場合は、高濃度の場合もスペクトルの変化は見られず、Si-QDは溶液中に分散している。一方Bでは、高濃度の場合に近赤外領域での透過率の低下、および紫外領域での透過率の上昇が見られた。これは、表面修飾によりSi-QDの凝集と沈殿が生じたことを示している。凝集は、負のゼータ電位をもつSi-QDsに正の電荷をもつNH₂基を付加することによりゼータ電位が低下したことが原因であると考えられる。Cの分子で修飾すると凝集はより顕著になる。CはBに比べると、Si-QD表面のSi-OHと反応する官能基(シラノール基)の数が多いため、Si-QD表面により高密度に分子が結合し、ゼータ電位の低下がさらに顕著になると考えられる。講演では、表面修飾による発光スペクトル及び発光時間応答の変化についても議論する。



Figure 1 Photograph of B and P doped Si-QDs solution

[1]H. Sugimoto, et al., JPCC, 2013, 117, 11850

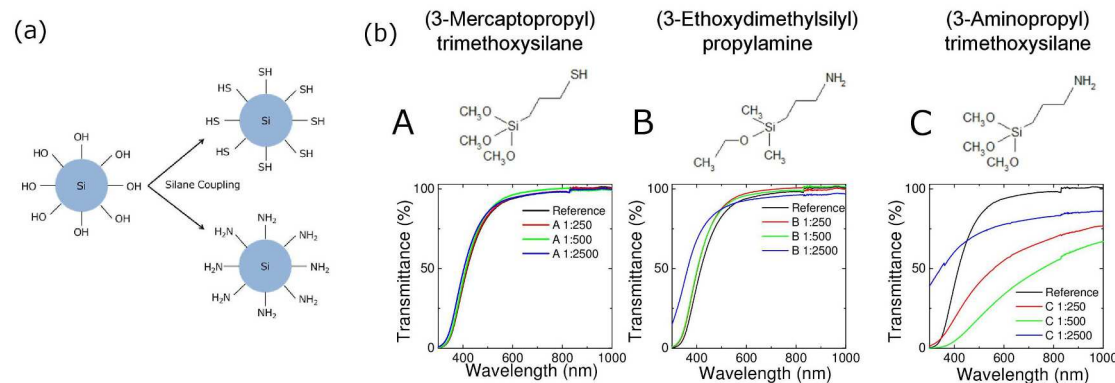


Figure 2 (a)Schematic image of surface functionalization, (b)transmittance spectra of Si-QDs before and after surface functionalization by using different silane coupling agent and molar ratio