

高反応性分散液中レーザー照射プロセスによる Si ナノ結晶コロイド粒子の発光効率の改善とサイズ分布の狭小化

Improvement of luminescence quantum efficiency and narrowing of size distribution in colloidal silicon nanocrystals by pulsed-laser irradiation in a highly reactive liquid

筑波大数理物質系¹, 群馬大院理工² °袁 澤¹, 中村 俊博², 安達 定雄², 松石 清人¹

Univ of Tsukuba¹, Gunma Univ¹, °Z. Yuan¹, T. Nakamura², S. Adachi², K. Matsuishi¹

E-mail: tnakamura@gunma-u.ac.jp

可視発光を示す Si ナノ結晶粒子は、安価で環境に優しい材料として様々な応用が期待されている。近年、Si ナノ粒子を簡便に作製できる手法として液中レーザー照射法が報告された[1]。しかし、この手法で生成された Si ナノ粒子の発光量子効率 (~11%) は、他の手法で作製された粒子の値 (~25%) [2]に較べて低く、生成される粒子径分布も広い。さらに、粒子の生成収量が低い点も問題であった。液中レーザー法を実用的なプロセスとするためには、これらの問題点の改善が必要であった。これまで本研究グループでは、高い反応性を有する多孔質 Si をターゲットとした液中レーザー法によって、Si ナノ結晶の高効率生成[3,4]や、発光色制御[5]を行った。本研究では、この手法をさらに発展させ、HF を含む有機溶媒を用いた高反応分散液中パルスレーザー照射による Si ナノ結晶コロイド粒子の発光効率の大幅な改善と、サイズ分布の狭小化に成功した。

Fig. 1(a)は HF 添加濃度 3 vol% の高反応性有機溶媒中で作製した Si ナノ結晶粒子と、有機溶媒のみで作製した Si ナノ結晶コロイドの写真を示す。図から、HF 3 vol% の試料では、コロイド濃度が高く、生成収量が高いことがわかる。これらの試料は赤色発光を呈し、発光量子効率 (QE) の測定結果は、HF 濃度 3 vol% の試料では~50%、HF を含まない試料では~20%であった。また、Fig. 1(b)及び 1(c)に、透過型電子顕微鏡観察から見積もった Si ナノ結晶粒子のサイズ分布を示す。図のように、HF を含む溶液中で作製した試料のサイズ分布が、大幅に狭くなっていることがわかった。以上、HF 添加により Si ナノ粒子の特性 (生成収量、発光量子効率、サイズ分布) が大幅に改善することがわかった。

[参考文献]

- [1] N. Shirahata et al., *Green Chem.* **12**, 2139 (2010). [2] M. L. Mastronardi et al., *Nano Lett.* **12**, 337 (2012). [3] T. Nakamura et al., *Nanotechnology*, **25**, 275602, (2014). [4] Z. Yuan et al., *Nanoscale* (in press) [5] T. Nakamura et al., *Appl. Phys. Lett.* **108**, 023105 (2016).

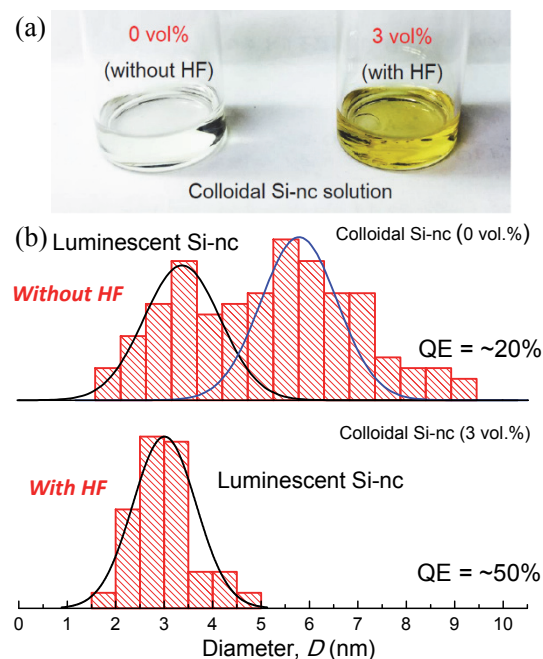


Fig. 1: (a) Photograph of the colloidal Si-nc prepared without and with HF. (b) Size distribution of the colloidal Si-nc prepared without (0 vol%) and with HF (3 vol%).