

多孔質Si原料の化学エッチングによるSiナノ結晶コロイドの発光色制御 Light emission color control of colloidal silicon nanocrystals by chemical etching of raw porous silicon powder

法政大院理工¹, 東京農工大², (M1)泉頭 拓郎¹, 越田 信義², 中村 俊博¹

Hosei Univ.¹, Tokyo Univ. of A&T², Takuro Sento¹, Nobuyoshi Koshida^{1,2}, Toshihiro Nakamura¹

E-mail: nakamura@hosei.ac.jp

1. 概要: 直径数nmのSiナノ結晶は量子サイズ効果による室温での可視発光を示す材料である[1]。Siは地球上に豊富に存在し、安価で無害であるというメリットから、今後の有望な発光材料の一つとして期待されている[2]。特に溶媒分散可能なSiナノ結晶コロイドは近年発展が著しいプリンタブル光デバイスへの応用が期待されている。また、Siナノ結晶コロイドの発光色制御に関しては、簡便なトップダウン法の1つとして、化学エッチング法による粒子サイズ制御が報告されている[3]。我々のグループではこれまで有機溶媒中の多孔質Si原料の破碎によるSiナノ結晶コロイドの効率的生成プロセスの開発を行ってきた[4]。今回、多孔質Si粉末原料の化学エッチングによるSiナノ結晶コロイド粒子の発光色制御について報告する。

2. 実験方法: Siウェハラの陽極化成法により多孔質Si粉末原料を作製する。得られた多孔質Si粉末をHFとエタノールの混合水溶液を用いてエッチングを行う。エッチング時間は1minおよび5minの2つの場合を用意する。その後、多孔質Si原料にそれぞれ不飽和炭化水素有機溶媒である1-deceneに分散させ、加熱処理による破碎を行うことでSiナノ結晶コロイド溶液を得る。ここで未処理、1min、5minの化学エッチングを行った多孔質Si原料から得られたSiナノ結晶コロイド試料をそれぞれA, B, Cとする。以上の試料をフォトルミネセンス測定等の種々の評価を行う。

3. 結果と考察: Fig. 1に本プロセスで作製しシリコンナノ結晶コロイド分散液の紫外光下での写真を示す。目視による試料はそれぞれ Aで赤色発光、Cで橙色

発光していることが確認できる。Fig. 2に試料の発光スペクトルの結果を示す。Fig. 2より発光波長約700nm付近にAのピークが確認でき、B, Cはエッチング時間とともに、短波長側にピークがシフトすることが確認できる。また、TEM測定結果からAに比べて、原料のエッチングを行ったCではコロイド粒子の粒径が小さいことが確認できた。このことから、Fig. 2での発光波長の変化はコロイドのサイズ分布の違いを表していると考えられる。つまり、原料のエッチングによって多孔質Siを構成するSiナノ結晶のサイズが変化し、原料の破碎によって生じたSiナノ結晶コロイドが原料のSiナノ結晶のサイズ分布変化を反映した発光色を示すことが示唆される。

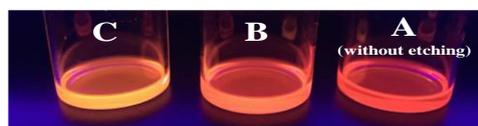


Fig. 1 : Photographs of colloidal Si nanocrystal solution for different etching conditions of raw P-Si powder under UV light illuminations.

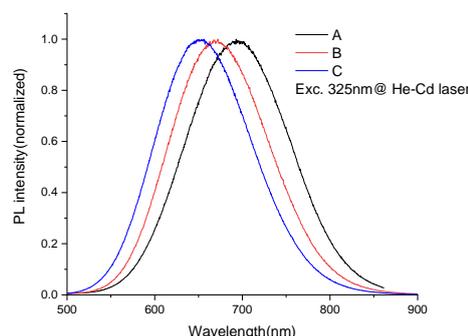


Fig. 2 : PL spectrum of colloidal Si nanocrystal solution

参考文献

- 1) M. S. Hybertsen, *Phys. Rev. Lett.* **72**, 1514 (1994),
- 2) A. Das and P. T. Snee, *Chem. Phys. Chem.* **17**, 598, (2016),
- 3) K. Sato, H. Tsuji, K. Hirakuri, N. Fukata, Y. Ymauchi, *Chem. Comm.* 3759, (2009),
- 4) T. Nakamura, Z. Yuan, S. Adachi, *Appl. Phys. Lett.* **108**, 023105, (2016)