

表面修飾基を持たない P, B 同時ドーピング Si ナノ結晶コロイド

Surfactant-free P and B co-doped colloidal Si nanocrystals

神戸大院工¹, 甲南大フロンティアサイエンス学部²,○杉本 泰¹, 長谷川 正高¹, 藤井 稔¹, 今北 健二¹, 林 真至¹, 赤松 謙祐²Kobe Univ.¹, Konan Univ.², Hiroshi Sugimoto¹, Masataka Hasegawa¹, Minoru Fujii¹,Kenji Imakita¹, Shinji Hayashi¹, Kensuke Akamatsu²

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

Siナノ結晶を溶媒に分散させたSiナノ結晶コロイドは、印刷法によりSiナノ結晶薄膜を作製することが可能であることから、太陽電池などの大面積電子デバイスへの応用が期待されている。一般に、溶液中のSiナノ結晶の表面は有機分子により修飾されており、立体障害もしくは静電反発により分散性を確保している。しかしながら、コロイドから作製したナノ結晶薄膜において、表面修飾分子がナノ結晶間のトンネリングバリアとなり、薄膜の電気伝導度を著しく低下させることが大きな問題になっている。

最近、我々は表面修飾を用いずに極性溶媒中で安定して分散するSiナノ結晶の作製に成功した[1]。作製したSiナノ結晶はP,Bが高濃度にドーピングされた補償半導体であり、これらの不純物によるSiナノ結晶の表面電位の変化が極性溶媒分散性の起源であると考えられる。本研究では、P,B同時ドーピングSiナノ結晶コロイドの発光特性を含む詳細な物性評価を行う。また、コロイドを基板上に塗布することで高密度Siナノ結晶薄膜を作製する。

Siナノ結晶コロイドは以下の方法で作製した。Si、SiO₂、P₂O₅、B₂O₃の同時スパッタリングと熱アニール (N₂中, 1000-1300°C) により、P,B同時ドーピングSiナノ結晶を含むシリカ薄膜を作製する。この薄膜をフッ酸水溶液中で溶解し、Siナノ結晶を溶液に取り出し、溶媒をメタノールに置換した[1]。図1に作製したSiナノ結晶コロイドの写真を示す。濁りのない透き通った溶液が得られ、凝集体による光の散乱は見られない。また、コロイドは空气中で保管しても、1年以上にわたって凝集体や沈殿物は観察されなかった。図2にSiナノ結晶コロイドのTEM像を示す。カーボンコートメッシュ上にコロイドを滴下し、TEM観察を行った。直径数nm程度の粒子が広い範囲にわたって高密度な単層膜を形成していることがわかる。高分解能TEM像より、Siナノ結晶は高い結晶性を持っていることがわかる。講演では、上記に加えて不純物濃度定量や構造分析結果について報告する。

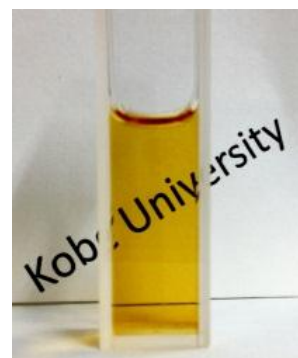


図1. P,B同時ドーピングSiナノ結晶コロイドの写真。

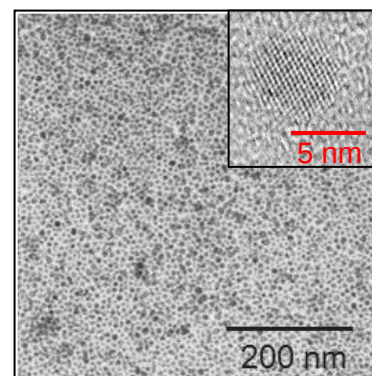


図2. Siナノ結晶薄膜のTEM像。挿入図は高分解像。

[1] H. Sugimoto, *et al.*, J. Phys. Chem. C. **116**, 17969 (2012)