

塗布による Si ナノ結晶薄膜の作製 (I)

Fabrication of Si nanocrystal thin films by spin coating colloidal solution

神戸大工 ○佐々木 誠仁, 杉本 泰, 今北 健二, 藤井 稔

Kobe Univ. ○Masato Sasaki, Hiroshi Sugimoto, Kenji Imakita, Minoru Fujii

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

近年、半導体ナノ結晶コロイドの塗布により形成したナノ結晶薄膜を用いた薄膜トランジスタや太陽電池の開発が非常に活発に行われている。ナノ結晶コロイドの塗布によりナノメートルレベルで平坦で高密度の薄膜を形成するためには、サイズ分布が小さいナノ結晶を凝集を完全に抑制した状態で溶液中に分散することが不可欠である。ナノ結晶の凝集を抑制するために、通常、ナノ結晶表面は有機分子で修飾されている。しかしながら、コロイドの塗布により形成したナノ結晶薄膜において、表面修飾分子が電気伝導特性を劣化させることが問題となっている。我々のグループでは、Si ナノ結晶の表面に、高濃度に B と P をドーピングしたシェルを形成するという全く新しい方法で、有機分子による表面修飾無しで高い極性溶媒分散性を有する Si ナノ結晶の開発に成功した[1]。今回、このコア-シェル型 Si ナノ結晶の塗布による Si ナノ結晶薄膜の形成とその光学特性について報告する。

コア-シェル型 Si ナノ結晶のコロイド溶液（メタノール溶液）は、参考文献[1]の方法で作製した。ナノ結晶薄膜は、スピニングにより作製した。作製した薄膜を、1200°Cまでの温度で窒素中で熱処理し、構造と光学特性の変化について研究を行った。

図 1 に熱処理を行っていない薄膜の SEM 像と TEM 像を示す。平坦な膜が形成できていることがわかる。また、TEM 像より、Si ナノ結晶が高密度に充填されていることがわかる。図 2 に、ナノ結晶薄膜の発光スペクトルを示す。1.25eV 付近にブロードな発光が見られる。熱処理によるナノ結晶薄膜の特性変化を調べるために、発光特性の温度依存性を測定した。図 3 に発光強度と発光ピークエネルギーの熱処理温度依存性を示す。発光強度は熱処理温度に依存し、600°Cまでは低下するが、それ以降で増加し 1000°Cで最大となる。発光ピークエネルギーは、発光強度が最大となる 1000°C付近で低エネルギー側にシフトする。講演では、熱処理による Si ナノ結晶の構造の変化について議論する。[1] H. Sugimoto, et al. J. Phys. Chem. C. 117 (2013) 6807.

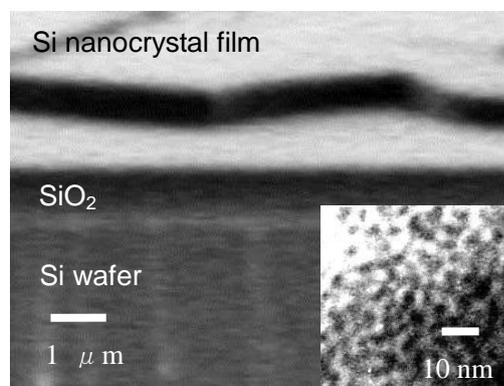


図 1 Si ナノ結晶薄膜の SEM 像と TEM 像

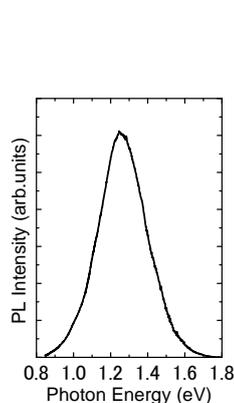


図 2 Si ナノ結晶薄膜の発光スペクトル

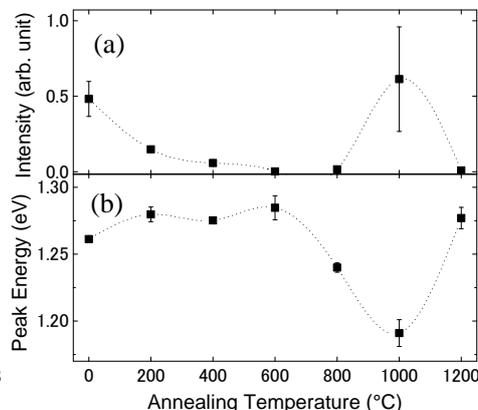


図 3. (a) 発光強度と (b) 発光エネルギーの熱処理温度依存性