

シリコンナノ結晶・金ナノ結晶複合塗布薄膜の形成

Formation of Si nanocrystal/Au nanocrystal hybrid thin film

神戸大院工¹, 京大化研², ○松田 聡¹, 加納 伸也¹, 藤井 稔¹, 坂本 雅典², 寺西 利治²

Kobe Univ.¹, Kyoto Univ.² °Satoshi Matsuda¹, Shinya Kano¹, Minoru Fujii¹, Masanori Sakamoto²,
Toshiharu Teranishi²

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

半導体ナノ結晶コロイドは、高密度で均一な半導体ナノ結晶薄膜を塗布プロセスで形成できるため、薄膜型電子デバイスのプレカーサーとして注目されている。半導体ナノ結晶コロイドを電子デバイスに応用するためには、塗布薄膜の電気伝導度の向上が課題となっている。一方、半導体単結晶においては、異種原子を結晶格子中に導入することで電気伝導度を向上させるドーピング技術が確立されている。最近、金属材料からなるナノ結晶を薄膜中に混合することで、半導体ナノ結晶薄膜の電気伝導度を制御する技術が報告された[1]。

我々のグループはシリコン(Si)ナノ結晶の表面にホウ素(B)とリン(P)を高濃度にドーピングしたシェルを形成することで、有機分子修飾無しで極性溶媒中において高い分散性を有する Si ナノ結晶を開発した[2]。この Si ナノ結晶は負の表面電位を有しており、均一に溶液中で分散している。本 Si ナノ結晶コロイドは塗布プロセスで均一な薄膜を形成できるが、それを電子デバイスに応用するには更なる電気伝導度の向上が必要である。そこで、本研究では Si ナノ結晶塗布薄膜の電気伝導度向上のため、Si ナノ結晶と同粒径(直径:7 nm)の金(Au)ナノ結晶を Si ナノ結晶コロイドに添加して混合薄膜を作製する。Figure.1 に Si ナノ結晶のみで形成された薄膜と、pH をコントロールして Au ナノ結晶を混合した Si ナノ結晶薄膜の透過型電子顕微鏡(TEM)像を示す。均一な Si ナノ結晶薄膜が形成されている一方、溶液の pH を高くすることで Au ナノ結晶が孤立して分布していることが分かる。この Au ナノ結晶はクエン酸保護によって負の表面電位を持ち、Si ナノ結晶と同様に静電反発によって分散している。ナノ結晶コロイド溶液の pH を制御すると、ナノ結晶表面に形成されている電気二重層の厚さが変化する。それによって薄膜中での Au ナノ結晶の分散性を制御することができる。講演では Si ナノ結晶/Au ナノ結晶の混合比率に対する薄膜の電気伝導度及び光電流特性の関係について議論する。

[1] M. Cargnello et al., Nature. 524, 450 (2015).

[2] H. Sugimoto, et al. J. Phys. Chem. C. 117, 6807 (2013).

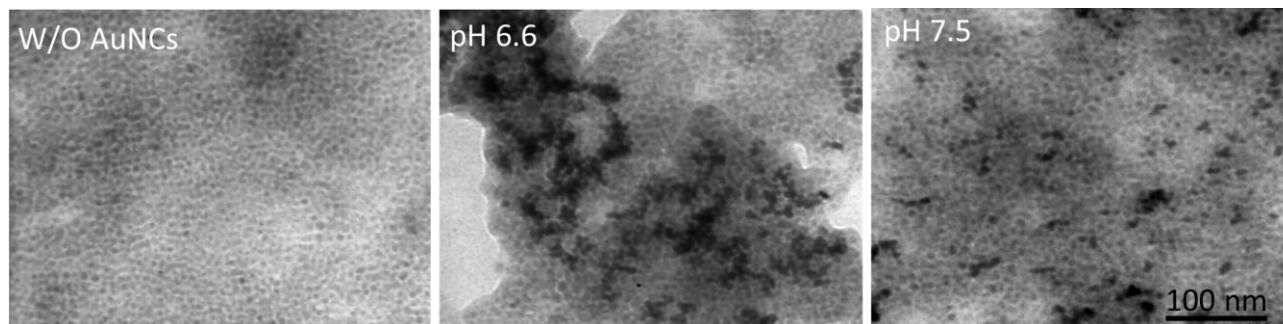


Figure1. TEM images of Si nanocrystal/Au nanocrystal thin film fabricated from different pH solutions.