超格子構造を目標とする $CuInS_2$ ナノ粒子周期配列膜の作製

Fabrication of periodic assembly of $CuInS_2$ nanoparticle arrays

名工大院[1]、室工大[2]　○(M1)尾崎　晴香[1]、濱中　泰[1]、葛谷　俊博[2]、武田　圭生[2]
Nagoya Inst Tech.[1], Muroran Inst. Tech.[2]
○Haruka Ozaki[1], Yasushi Hamanaka[1], Toshihiro Kuzuya[2], Keiki Takeda[2]
E-mail: h.ozaki.875@stn.nitech.ac.jp

量子サイズ効果により吸収・発光特性制御が可能な半導体ナノ粒子は、太陽電池や LED などへの応用が期待されている。このようなデバイス化において、ナノ粒子は高密度に集積して利用される[1]。十分にサイズがそろった半導体ナノ粒子が規則的に配列されている場合には、ミニバンドの形成など超格子構造に特有の、単独のナノ粒子とは異なる特性が発現する[2]。我々は、Cd フリーの環境調和型ナノ粒子として注目される $CuInS_2$ ナノ粒子を用いた超格子構造の実現を目指して、ナノ粒子集積膜を作製し、粒子配列構造の解析と光物性の評価を行った。

液相法により、粒径約 2.5 nm で、表面にドデカンチオールが配位した $CuInS_2$ ナノ粒子を合成した[3]。ナノ粒子を溶媒に分散させ、ディップコート法により基板上に堆積させて、ナノ粒子集積膜を作製した。基板の引き上げ速度は 0.001 mm/s(S1)と 0.002 mm/s(S2)とした。溶媒にはオクタン、トルエン、ヘキサンを、基板には石英、シリコン、スライドガラスを用い、基板と溶媒の組み合わせの異なるナノ粒子集積膜を作製した。これらの集積膜に対し、X 線回折によりナノ粒子の配列構造評価を行った。

溶媒にオクタン、基板にスライドガラスを用いた試料について、微小角入射 X 線回折(GIXD)法で得られた回折パターン（法線方向にスキャン）を Fig. 1 に示す。S1 では、等間隔のピークが 2θ = 3.45°の整数倍の角度に現れ、周期構造の形成が確認できた。引き上げ速度が大きい S2 では、最低次のピーク以外はほとんど観測できなかった。これは周期性が低いことを示している。引き上げ速度が S1 の条件では、基板と溶媒を変えた試料でも、同様の高次ピークが観測され、ピーク位置や線幅に大きな差はなかった。基板、溶媒の種類は、周期配列構造の形成にあまり影響しないと考えられる。回折ピークから求めた面間隔から、ナノ粒子のサイズと配位子の長さを考慮して、ナノ粒子の配列構造を推定した。その結果、ナノ粒子は単純立方構造に配置し、(111)面が基板に平行となっていると結論した。ナノ粒子表面間距離は 1.9 nm であり、これはミニバンド形成が報告された超格子の 1 nm よりも広く、電子状態は孤立ナノ粒子と変わらないと考えられる[3]。

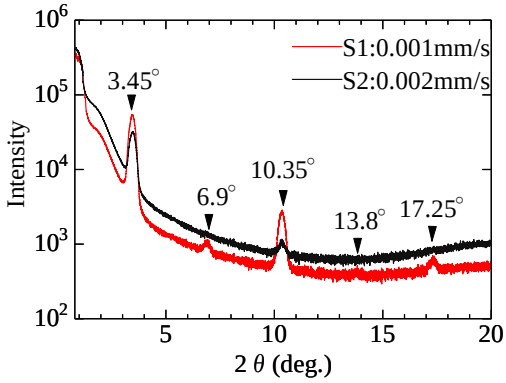

Fig 1. GIXD patterns of $CuInS_2$ nanoparticle assemblies.

[1] D. V. Talapin et al., *Chem. Rev.* 110, 389 (2010). [2] D. Kim et al., *Nano Lett.* 15, 4343 (2015). [3] T. Kuzuya et al., *J. Colloid Interface Sci.* 388, 137 (2012).

© 2021年 応用物理学会