

CuInS₂ ナノ粒子高密度集積膜の発光ダイナミクス

Photoluminescence dynamics of densely packed CuInS₂ nanoparticle films

名工大院¹, 室工大², ○(M2) 奥山 覚史¹, (M1) 横井 凜¹, 濱中 泰¹, 葛谷 俊博²

Nagoya Inst. Tech¹., Muroran Inst. Tech²., °S. Okuyama¹, R. Yokoi¹, Y. Hamanaka¹, T. Kuzuya²

E-mail : 30412016@stn.nitech.ac.jp

【背景】カルコパイライト系の I-III-VI₂ 族半導体ナノ粒子は、Cd フリーの環境調和型コロイド量子ドットとして材料応用が期待されている。半導体ナノ粒子は、高密度に集積した薄膜として光デバイスに使用される。また、半導体ナノ粒子を周期的に配列した超格子を形成すると、新規な光物性が発現すると考えられている。そこで今回、我々は CuInS₂(CIS) ナノ粒子集積膜を作製し、孤立状態とは異なる、集積状態に特有の光物性を調査した。

【実験方法】コロイド法により合成した粒径約 2 nm の CIS ナノ粒子を、蒸気圧の異なる様々な無極性溶媒に分散させた[1]。この中に石英ガラス基板を垂直に浸漬し、容器全体を真空排気して溶媒を蒸発させ、基板の上に CIS ナノ粒子を集積した。作製した CIS ナノ粒子集積膜の構造評価を薄膜 X 線回折装置により行った。また、吸収・発光スペクトル、発光寿命を測定した。

【結果と考察】Fig.1 にクロロホルム溶液を用いて作製した CIS ナノ粒子集積膜の、 $2\theta = 5^\circ$ 以下にみられる回折ピークを示す。Out-of-Plane と In-Plane の配置で、それぞれ 2.8° と 2.5° 付近にピークが観測された。これより、薄膜は面直方向に約 3.2 nm、面内方向に約 3.6 nm の周期性をもつことが分かった。CIS ナノ粒子の粒径を考慮すると、集積された CIS ナノ粒子の表面間距離は約 1.2 nm ~ 1.6 nm と考えられる。ナノ粒子集積膜は、ストークスシフトの大きい欠陥発光を示し、発光スペクトルは溶液に分散したナノ粒子のスペクトルと一致した。Fig.2 に発光ピーク波長で測定した溶液と集積膜の発光減衰曲線を示す。赤線は拡張指数関数を用いたフィッティング曲線である。フィッティングにより求めた発光寿命は、溶液が 14.9 ns に対して集積膜が 8.8 ns であった。一般に、半導体ナノ粒子同士が近接していると、励起エネルギー移動などの相互作用が生じ、励起状態の寿命が減少する[2]。CIS ナノ粒子集積膜においても、同様の現象が起きたと考えられる。発光スペクトル、発光寿命の温度依存性を調査し、高密度に集積した CIS ナノ粒子の励起緩和ダイナミクスを検討する。

[1] T. Kuzuya et al., *J. Colloid Interface Sci.* 338, 137 (2012).

[2] D. Kim et al., *Phys.Rev.* B78, 153301 (2008).

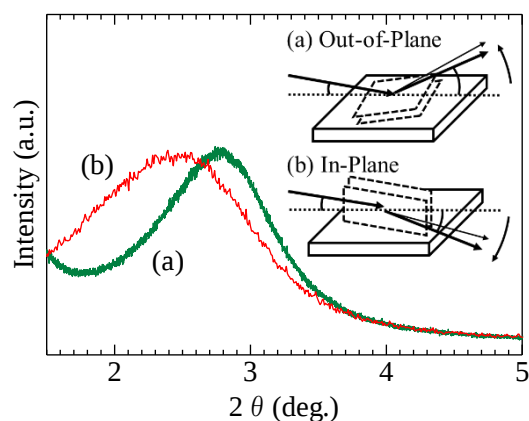


Fig.1 Thin-film X-ray diffraction patterns of a CIS nanoparticle film. (a) Out-of-Plane (b) In-Plane

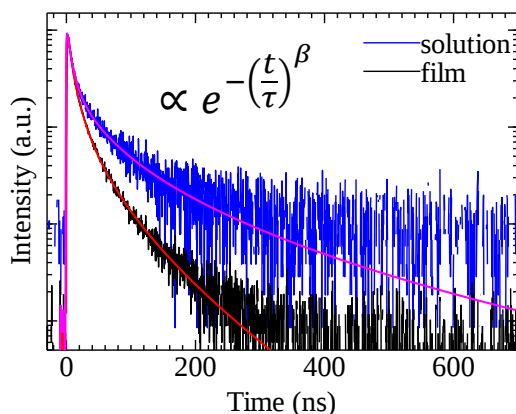


Fig.2 PL decay curves of CIS nanoparticles dispersed in hexane and densely packed film.