

水熱合成法により作製した CuInS₂ ナノ粒子の発光特性 Photoluminescence properties of CuInS₂ quantum dots prepared by a hydrothermal method

上東 洋太¹、飯田 和貴¹、市田 秀樹²、金 大貴¹

¹大阪市立大学大学院工学研究科、²日本文理大学工学部

Y. Uehigasi¹, K. Iida¹, H. Ichida², and D. Kim¹

¹Department of Applied Physics, Osaka City University,

²Graduate School of Engineering, Nippon Bunri University

E-mail:tegi@a-phys.eng.osaka-cu.ac.jp

これまで半導体ナノ粒子の光学特性に関する研究は、可視光領域で高い発光効率を有する CdS や CdTe、CdSe 等の II-VI 族半導体を主な対象として行われてきた。近年、カドミウムフリーの新材料の開発が進められている中で、I-III-VI 族半導体の CuInS₂ ナノ粒子が注目を集めている。この CuInS₂ ナノ粒子の発光起源に関しては、donor-acceptor pair (DAP) 発光、内部欠陥など様々な報告例がある[1,2]。しかし、これまでの報告例は全て室温での議論であり、発光スペクトル、発光減衰プロファイルの温度依存性を詳細に調べた報告例はない。本研究では、発光起源を明らかにすることを目的に、発光スペクトル及び発光減衰プロファイルの温度依存性と、極低温での時間分解発光スペクトル、発光スペクトルの励起光強度依存性を調べた結果について報告する。

図 1(a) は、発光ピークエネルギー(1.65 eV)、発光ピーク強度の半値の高エネルギー(1.76 eV)、低エネルギー側(1.52 eV)で受光した発光減衰プロファイルを示している。図より、CuInS₂ ナノ粒子の発光減衰プロファイルは受光エネルギーに顕著に依存し、高エネルギー側で受光するほど早い減衰をすることが分かる。また、図 1(b) は 15 K における時間分解発光スペクトルを示している。図より遅延時間の増大とともに、発光スペクトルは低エネルギー側にシフトすることが分かる。さらに、発光スペクトルの励起光強度依存性を調べたところ、励起光強度の増加にともなって、発光スペクトルは高エネルギー側にシフトする結果が得られた。以上の 15K における発光減衰プロファイル、時間分解発光スペクトル、発光スペクトルの励起光強度依存性の実験結果から、水熱合成法により作製した CuInS₂ ナノ粒子の発光起源は DAP 発光であると結論付ける。また、発光スペクトル及び発光減衰プロファイルの温度依存性の実験と解析から、熱活性型の無輻射再結合過程を考慮することにより、発光強度と発光寿命の温度依存性を定量的に説明できることが分かった。講演では、これらの詳細について報告する。

- (1) H. Zhong, Z. Bai, and B. Zou, *J. Phys. Chem. Lett.* **3**, 3167 (2012).
 (2) L. Li, A. Pandey, D. J. Werder, B. P. Khanal, J. M. Pietryga, and V. I. Klimov, *J. Am. Chem. Soc.* **133**, 1176 (2011).

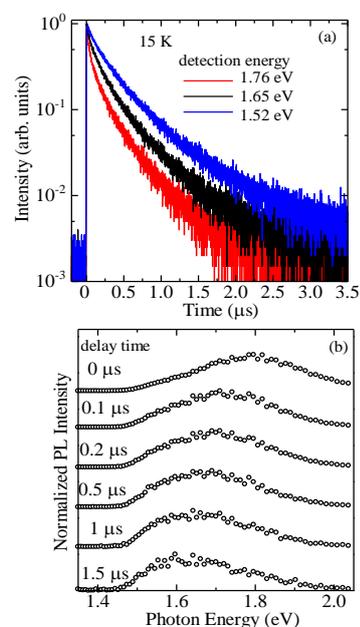


図 1 15 K で測定した CuInS₂ ナノ粒子の

- (a) 発光減衰プロファイル及び
 (b) 時間分解発光スペクトル