

# Layer-by-layer 法による CdSe 量子ドット超格子の作製と量子共鳴の観測

## Observation of quantum resonance in CdSe quantum dot superlattices

### fabricated via layer-by-layer assembly

大阪公大院工<sup>1</sup>, 大阪市大院工<sup>2</sup> ◯楊 震宇<sup>1</sup>, 米倉 聖貴<sup>2</sup>, 金 大貴<sup>1,2</sup>

Osaka Metropolitan Univ.<sup>1</sup>, Osaka City Univ.<sup>2</sup>, ◯Z. Yang<sup>1</sup>, K. Yonekura<sup>2</sup>, and D. Kim<sup>1,2</sup>

E-mail: kimtegi@omu.ac.jp

半導体量子ドットが十分に近接すると、量子ドット間の相互作用に基づく新規光物性の発現が期待できる。量子ドット表面間距離が 2 nm 以下になると、隣接する量子ドット間で電子波動関数の結合、すなわち量子共鳴が生じる[1]。そして量子ドットが近接し周期的に配列した量子ドット超格子においては結合電子状態であるミニバンドが形成される [2]。この量子ドット超格子におけるミニバンド形成は電荷輸送特性の劇的な向上をもたらすため、基礎研究の観点のみならずデバイス応用の観点からも大きな関心を集めている[3]。しかし、ホットソープ法により作製される量子ドットの表面は約 2 nm ほどの長い炭素鎖配位子で覆われているため、量子ドット同士を十分に近づけることができず、量子共鳴を生じさせることが困難である。我々は、長さ約 0.5 nm の短い配位子 *N*-acetyl-L-cysteine で表面を修飾した量子ドットを使用することで、量子ドット超格子の作製に成功するとともに、量子共鳴によるミニバンド形成を実験的に観測したが[4,5]、これまでは最低励起状態における量子共鳴のみに着目してきた。本研究では、CdSe 量子ドット超格子を対象に、高次の励起状態における量子共鳴によるミニバンド形成の観測を目指した。

CdSe 量子ドットが分散した溶液試料と比べて、CdSe 量子ドット超格子の吸収ピークが低エネルギー側にシフトしたことから、CdSe 量子ドット間で量子共鳴が生じていることが確かめられた。また、CdSe 量子ドット分散試料では孤立分散した量子ドットのサイズ分布に対応して、受光エネルギーの変化に伴い発光励起 (PLE) ピークがシフトする振る舞いが観測されたに対し、CdSe 量子ドット超格子では量子共鳴によりミニバンドが形成されていることを反映して、PLE スペクトルの受光エネルギー依存性が消失したことから、CdSe 量子ドット超格子におけるミニバンドの形成を明らかにした。講演では、CdSe 量子ドットが分散した溶液試料と CdSe 量子ドット超格子の吸収・発光スペクトル、発光スペクトルの励起エネルギー依存性、発光励起スペクトルの受光エネルギー依存性を測定・比較することにより、量子ドット超格子における量子共鳴について議論する。

[1] D. Kim, S. Tomita, K. Ohshiro, T. Watanabe, T. Sakai, I. Chang, and H. Kim, *Nano Lett.* **15**, 4343 (2015).

[2] T. G. Lee, K. Enomoto, K. Ohshiro, D. Inoue, T. Kikitsu, H.-D. Kim, Y.-J. Pu, and D. Kim, *Nature Commun.* **11**, 5471 (2020).

[3] C. R. Kagan and C. B. Murray, *Nat. Nanotechnol.* **10**, 1013 (2015).