

CdTe 量子ドット超格子におけるミニバンドの形成と光学特性

Formation of minibands and optical properties of CdTe quantum dot superlattices

大阪市大院工 °李 煥信, 金 大貴

Osaka City Univ. °Yong-Shin Lee and DaeGwi Kim

E-mail: yongsin0226@gmail.com

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では、電子状態が結合したミニバンドが形成される。ミニバンドを利用することで太陽電池の変換効率や熱伝素子の性能指数が向上すると考えられており[1]、それらの応用に向けて、これまで量子ドット超格子の作製と物性について研究されてきた[1-3]。量子ドット超格子におけるミニバンドの形成については、試料の状態密度に関する情報が得られる光吸収特性や電荷輸送特性の観点から調べられてきたが[2]、その発光特性については量子ドット間のエネルギー移動に起因するキャリアホッピングに基づく報告がほとんどである[3]。その理由としては、コロイダル量子ドットの表面に結合した配位子が長いことや、量子ドットがtype-I core/shell構造を有することによって量子ドット間における波動関数の結合が生じず、比較的長距離の相互作用であるエネルギー移動のみが生じることが考えられる。量子ドット同士を近接させるための手法としては短い配位子への置換が一般的だが、配位子置換は量子ドット表面に欠陥を誘起する可能性があり、量子ドット超格子における発光量子効率の低下が懸念される。以上のことから、従来ではミニバンドの形成について発光特性の観点から評価することが困難であったと考えられる。このような課題を克服するための方法としては、量子ドットを作製する段階で短い配位子を使用することが挙げられる。

これまで我々は、長さが約0.5 nmの配位子である*N*-アセチル-L-システイン(NAC)を用いて種々の量子ドットを作製してきた[4,5]。本研究では、NAC間の化学結合を利用して自己組織化的にCdTe量子ドット超格子を作製した。そして、本試料におけるミニバンドの形成について、発光励起スペクトルの受光エネルギー依存性の観点から評価した。さらに、CdTe量子ドット超格子の光学特性を明らかにするために、吸収および発光スペクトルと発光減衰プロファイルの温度依存性を系統的に調べた。その結果、従来の発光特性を考察するうえで主流な解釈とされてきた励起子ホッピングとは異なり、励起子の拡張状態と局在状態を考慮することによって、ミニバンドを形成したCdTe量子ドット超格子の発光ダイナミクスについて理解することができた。

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

[2] J.-H. Choi *et al.*, *Nano Lett.* **12**, 2631 (2012).

[3] J. Miyazaki and S. Kinoshita, *Phys. Rev. B* **86**, 035303 (2012).

[4] T. Watanabe *et al.*, *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **90**, 52 (2017).

[5] Y.-S. Lee *et al.*, *Appl. Phys. Express* **10**, 065001 (2017).