

配位子間の化学結合を利用した CdTe ナノ粒子超格子構造の作製とミニバンドの形成

Formation of minibands in CdTe quantum dot superlattices prepared by using chemical bonds between ligands

大阪市大院工 °李 煥信, 伊藤 達也, 志村 邦夫, 金 大貴

Osaka City Univ. °Yong-Shin Lee, Tatsuya Ito, Kunio Shimura, and DaeGwi Kim

E-mail: yongsin0226@gmail.com

従来の半導体ナノ粒子に関する研究では、ナノ粒子がランダムに分散した試料が主な対象とされ、言い換えれば、個々のナノ粒子が互いに影響を及ぼさない「孤立系」について、多くの知見が得られてきた。それらの研究を土台として、近年ではナノ粒子が近接および配列した試料（ナノ粒子超格子構造）における、ナノ粒子間相互作用が盛んに調べられている。特に、固有エネルギーの等しいナノ粒子が非常に短い間隔で近接すると、電子の波動関数の結合に起因した「エネルギー共鳴」が生じる[1]。そのようにナノ粒子が近接し規則的に配列した超格子構造では、電子状態が結合したミニバンドが形成され则认为られており、その特徴を活かした新しい電子デバイスの開発が期待されている[2]。しかしながら、これまでナノ粒子超格子構造の作製が報告されてきた中で、ミニバンドの形成を直接捉えたとする報告は無い。その原因として、液相法によるナノ粒子の作製では、溶液中でのナノ粒子の凝集を防ぐために鎖構造を有する有機配位子が用いられることから、超格子構造におけるナノ粒子間距離の近接が困難で、エネルギー共鳴が生じなかったことが考えられる。

我々はこれまでに、水熱合成法により多様な種類のナノ粒子を作製しており、その際に配位子としてN-アセチル-L-システイン（NAC）を用いてきた[3,4]。本研究で我々は、NACの特徴として（1）長さが1 nm程度と短いこと（2）COOH基とNH基を有するという点に着目し、NAC間で生じるアミド結合を利用することにより、ナノ粒子間距離の短い超格子構造の作製が可能なのではないかと考えた。実際に、CdTeナノ粒子に対してアミド結合を試みた試料に対するX線構造解析から、明確な回折ピークが2.25°に観測された。つまり、NAC間の結合によって、粒径3.0 nmのナノ粒子が周期的に配列した超格子構造が形成されていることを確認した。講演では、吸収スペクトルの測定から、ナノ粒子超格子構造におけるエネルギー共鳴の観測に成功したこと、そして、発光励起スペクトルの受光エネルギー依存性から、ミニバンドの形成を示唆する結果が得られたことを併せて報告する。

[1] D. Kim *et al.*, Nano Lett. **15**, 4343 (2015).

[2] T. Hanrath, J. Vac. Sci. Technol. A **30**, 030802 (2012).

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

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