

多積層 CdTe ナノ粒子における誘電率スペクトルのサイズ依存性

Size dependence of dielectric function spectra of multilayered CdTe nanocrystals

大阪府大院工¹, 大阪市大院工², 千葉工大工³

○(M2)井上 直紀¹, 金 大貴², 脇田 和樹³, 沈 用球¹

Osaka Pref. Univ.¹, Osaka City Univ.², Chiba Inst. Tech.³

◦Naoki Inoue¹, DaeGwi Kim², Kazuki Wakita³, YongGu Shim¹

E-mail: inoue-2@pe.osakafu-u.ac.jp

はじめに 半導体ナノ粒子(nc)の量子サイズ効果を利用したナノ粒子固有の物性制御に加え、ナノ粒子間相互作用による物性制御を組み合わせることで、新たな物性制御や物性発現が期待される。このことから、ナノ粒子の三次元配列による粒子間相互作用に着目した、吸収端付近の準位に対する実験的・理論的な研究が進められている[1, 2]。本研究では、半導体ナノ粒子層間の相互作用が光学遷移や電子準位構造に及ぼす影響およびそのサイズ依存性を実験的に明らかにすることを目的として、半導体ナノ粒子の積層数を制御した多積層膜における誘電率スペクトルの変化とそのサイズ依存性について調べた。

実験 水熱合成法[3]により作製した粒径の異なる nc-CdTe を Layer-by-Layer 法[4]によりガラス基板上に多積層させたものを測定試料として用いた (積層数: n=1-3 層)。測定は室温で位相変調器型分光エリプソメータにより行い、測定結果の解析には、表面ラフネスを考慮に入れた光学モデルを用いることで、各試料における nc-CdTe の誘電率スペクトルを算出した。

結果 解析により得られた nc-CdTe (直径 2.51, 3.17nm) の誘電率スペクトル虚部の積層数依存性を Fig.1 にそれぞれ示す。吸収端励起子遷移(E_1)は、両粒径ともに波動関数の重なり起因した量子共鳴相互作用の影響を受け、積層数増加に伴う低エネルギー側へのシフトと、粒径の狭小化に伴う粒子間相互作用の影響の増大 (シフト量増加) を確認した[1]。一方、3eV 以上の高エネルギー領域の誘電率スペクトルは、積層数により絶対値やスペクトル形状が大きく変化するだけでなく、粒径により異なる積層数依存性を示した。この領域では、複数の光学遷移が混在することから、 E_1 とは異なり、粒子間相互作用が誘電率スペクトルにもたらす影響が複雑になるためと考えた。本研究では nc-CdTe の誘電率スペクトルにおける粒子間相互作用の粒子サイズの影響を示し、特に高エネルギー領域で、吸収端励起子とは異なる挙動を示すことを実験的に明らかにした。

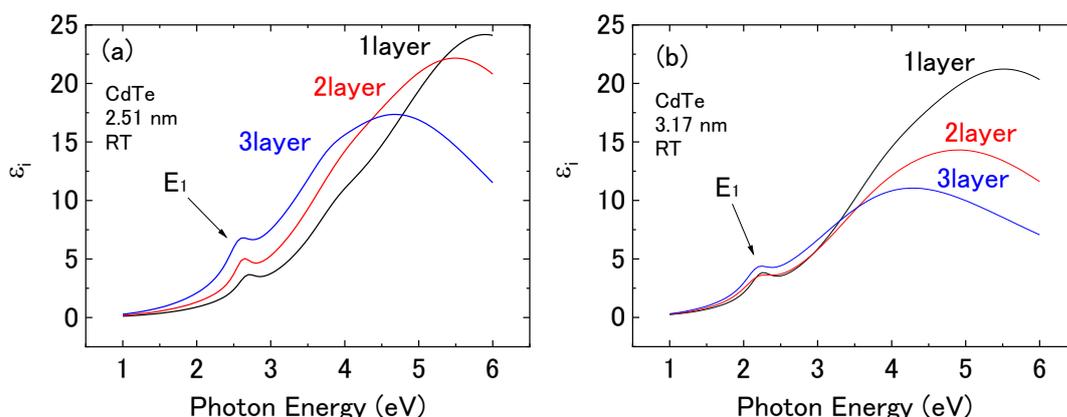


Fig. 1 Imaginary part of the dielectric function spectra of the multilayered nc-CdTe films, (a) 2.51nm and (b) 3.17nm.

- [1] D. Kim, S. Tomita, *et al.* Nano Lett. **15**, 4343 (2015).
 [2] O. L. Lazarenkova and A. A. Balandin, J. Appl. Phys. **89**, 5509 (2001).
 [3] H. B. Bu, *et al.*, Phys. Chem. Chem. Phys. **15**, 2903 (2013).
 [4] G. Decher, Science **277**, 1232 (1997).