

# 表面弾性波を用いた CdTe 量子ドットの PL スペクトルの変調

## Modulation of photoluminescence spectrum of CdTe quantum dots using surface acoustic waves

筑波大数理物質<sup>1</sup>, CNRS ネール研<sup>2</sup> ◯有野 雅史<sup>1</sup>, 森田 真衣<sup>1</sup>, 牧田 憲治<sup>1</sup>, 黒田 眞司<sup>1</sup>,  
V. Tiwari<sup>2</sup>, H. Boukari<sup>2</sup>, L. Besombes<sup>2</sup>

Inst. Mater. Sci., Univ. Tsukuba<sup>1</sup>, CNRS Institut Néel<sup>2</sup>

◯M. Arino<sup>1</sup>, M. Morita<sup>1</sup>, K. Makita<sup>1</sup>, S. Kuroda<sup>1</sup>, V. Tiwari<sup>2</sup>, H. Boukari<sup>2</sup>, L. Besombes<sup>2</sup>

E-mail: s1920363@s.tsukuba.ac.jp

**1. Introduction** 最近、異なる種類の量子系を組み合わせたハイブリッド量子系が注目を集め、量子状態を機械的振動によって制御する試みが成されている[1,2]。我々はこれまで、CdTe 自己形成量子ドットに遷移元素である Cr 原子を 1 個導入した系を作製し、単一磁性スピンの検出・制御を目指した研究を行ってきた。その中で、Cr スピンはドットの自己形成に伴う面内格子歪みの影響を強く受けていることが明らかとなり[3]、動的な格子歪みによるスピン状態のコヒーレントな変調に適した系であることが示唆された。本研究では機械的振動による量子ドットの準位の変調を調べるため、Cr 原子を含まない CdTe 自己形成ドット試料上に、くし形電極(Interdigital transducer : IDT)を形成し表面弾性波(Surface Acoustic Wave : SAW)を発生させることによって、量子ドットの光学特性がどのように変化するかを調べた。

**2. Experimental** CdTe 自己形成ドット試料は分子線エピタキシー (MBE) 法により作製した。ZnTe (001)面上に Cd と Te の分子線の同時供給により CdTe 層を積層し、いわゆる S-K モード成長により量子ドットを自己形成させた。量子ドット試料の表面に圧電材料として ZnO をスパッタリングによって 180 nm 堆積させ、その上に電子線リソグラフィによって Al の IDT (Fig.1,くしの対本数 $N = 30$ , 電極幅 $w = 750$  nm)を形成した。作製した試料に対し高周波数の交流電圧を印加しながらフォトルミネセンス (PL) 測定を行い、試料の光学特性を評価した。

**3. Results** Fig.2 に SAW 発生時の単一量子ドットからの発光スペクトルを示す。SAW を発生させていない時の発光スペクトルは、量子ドット中に束縛された荷電励起子による 1 本の鋭いピークであったのが、SAW の発生に伴って両端にピークを持つ広がったスペクトルに変化した(Fig.2(a))。この両端のピークはそれぞれ格子歪みの極大と極小に対応しており、格子歪みによって伝導帯と価電子帯のバンド端がシフトすることで励起子の遷移エネルギーが変化したと考えられる。Fig.2(b) は、印加する交流電圧の周波数を変化させながら発光スペクトルの広がり方を記録した結果である。作製した IDT の共鳴周波数( $f_0 \sim 0.72$  GHz)において分裂幅が最も大きくなっている。講演では SAW 印加中の PL 強度の時間発展についても議論する予定である。

### Reference

- [1] J. Teissier *et al.*, PRL **113**, 020503 (2014). [2] E. R. MacQuarrie *et al.*, Optica **2**, 233 (2015).  
[3] A. Lafuente-Sampietro *et al.*, PRB **93**, 161301(R) (2016). [4] V. Tiwari *et al.*, JAP **127**, 234303 (2020).

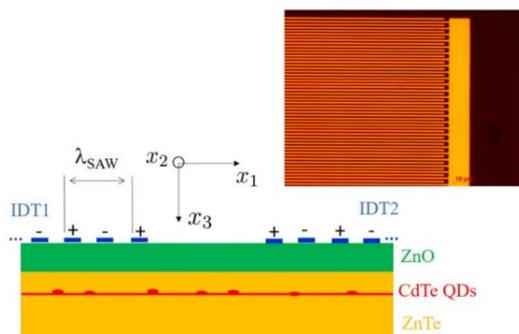


Fig. 1. Scheme of a SAW device on a CdTe/ZnTe quantum dot structure and an optical microscope image of the Al IDT [4].

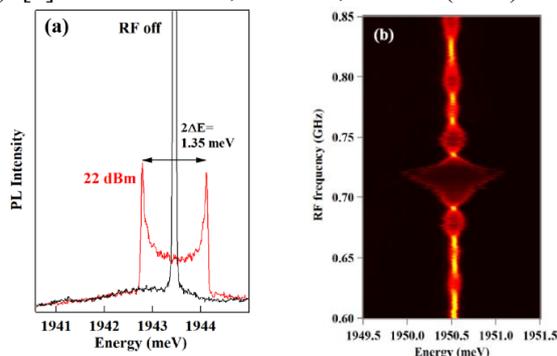


Fig. 2. (a) PL spectra obtained without and with the RF excitation on the IDT. (b) RF frequency dependence of the emission spectra from a charged exciton.