

量子ドット-ナノ共振器強結合系における時間分解発光測定

Time-resolved photoluminescence measurement of a strongly-coupled quantum dot-nanocavity system

○車一宏¹, 太田泰友², 角田雅弘², 岩本敏^{1,2}, 荒川泰彦^{1,2}

(1. 東大生研, 2. 東大ナノ量子機構)

○K. Kuruma¹, Y. Ota², M. Kakuda², S. Iwamoto^{1,2}, Y. Arakawa^{1,2}

(1. IIS, Univ. of Tokyo., 2. NanoQuine, Univ. of Tokyo.)

E-mail: kuruma@iis.u-tokyo.ac.jp

はじめに 量子ドット(QD)とフォトニック結晶(PhC)ナノ共振器による強結合系の研究は、主に周波数領域における発光・反射スペクトル観察により進展してきた。一方、時間領域においてその発光ダイナミクスを直接観測することは、共振器量子電気力学およびそのデバイス応用の観点から重要である[1,2]。特に、キャリア注入により駆動されたダイナミクスの理解は、少数 QD レーザなど将来的な電流駆動素子への発展を目指す上で不可欠となるが、これまでその詳細は明らかになっていない。今回我々は、高速超伝導単一光子検出器を用いて、QD-ナノ共振器強結合系の光キャリア注入による時間分解発光測定を行った。その結果、QD-共振器共鳴条件下において 100 psec を切る発光寿命を観測し、一定の離調条件下において周期振動を観測したので報告する。

実験 試料にはスラブ厚 130 nm の 2 次元 PhC ダブルヘテロ共振器(測定 Q 値 62,000)を用いた。その内部には低密度 InAs/GaAs QD が埋め込まれている。まず作製試料を低温顕微分光法(CW、808 nm、4K)により評価した(図 1)。QD と共振器の共鳴時には強結合状態を示す明瞭な真空ラビ分裂 ($54 \mu\text{eV}$)を観測した。ここから QD-共振器結合定数 $g=27 \mu\text{eV}$ を見積もった。次に同一試料において時間分解発光測定(ピコ秒パルス、波長 854 nm、測定時間分解能 44 psec)を行った。図 2 にその結果を示す。QD-共振器系が共鳴時(非共鳴時、離調 0.4 nm)には、おおよそ指数関数的な減衰が観測されており、その発光寿命は約 90 psec (6 nsec)であった。一方、離調 0.07 nm においては、真空ラビ振動に起因すると考えられる周期的な振動が観測された。詳細は当日報告する。

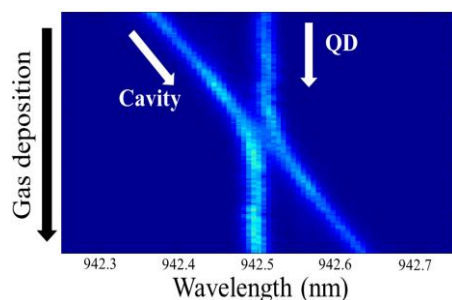


Fig.1. Color map of PL spectra as the cavity mode crosses the QD emission line.

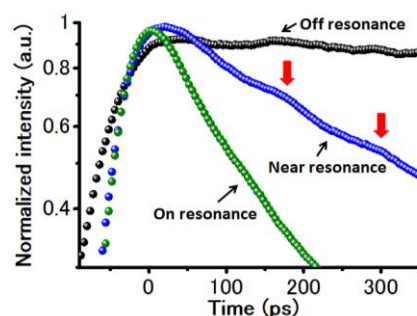


Fig.2. Time-resolved PL spectra measured under off-, near- and on-resonance conditions (black, blue and green circle). Red arrows indicate antinodes of the oscillation.

参考文献 [1] Bose, R. *et al.*, Nat Phot. 8, 858 (2014). [2] Englund, D. *et al.*, Phys. Rev. Lett. **104**, 073904 (2010). **謝辞** 本研究は文部科学省イノベーションシステム整備事業、科研費特別推進研究(15H05700)および NEDO プログラムにより遂行された。