プラズモニックマイクロリング共振器に埋め込まれた 量子ドットにおける Purcell 効果の観測

Observation of the Purcell effect in quantum dots

embedded in a plasmonic microring resonator

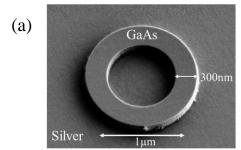
〇玉田晃均¹, 太田泰友², 車一宏¹, Jinfa Ho¹, 渡邉克之², 岩本敏^{1,2}, 荒川泰彦^{1,2} (1. 東大生研, 2. 東大ナノ量子機構)

OA. Tamada¹, Y. Ota², K. Kuruma ¹, J. Ho¹, K. Watanabe², S. Iwamoto^{1,2}, Y. Arakawa^{1,2} (1. IIS, Univ. of Tokyo., 2. NanoQuine, Univ. of Tokyo.)

E-mail: a-tamada@iis.u-tokyo.ac.jp

はじめに 高密度集積などが期待されるプラズモニック量子回路に関する研究が盛んに進められている。中でも、コヒーレンス等に優れた III/V 族半導体自己形成量子ドット(QD)と Purcell 効果を組み合わせた量子プラズモニック光源が着目され、精力的に研究されている[1]。既存報告では、自己形成 QD へ Purcell 効果を発現させるために、ある程度複雑な金属構造が用いられてきた[2]。そのため、低損失化に重要な平坦化した金属の利用が困難であった。一方我々は、転写プリント法を用いて平坦化銀上におけるプラズモニックマイクロリング共振器の作製を実現している[3]。今回、同構造の内部に埋め込んだ QD における Purcell 効果の観測に成功したので報告する。

実験 プラズモニック共振器は、銀の表面上に InAs QD を含む GaAs マイクロリング(直径 1μm, 幅 300nm)を転写し構成した(図 1 (a))。 構造中ではフォトニックモードはカットオフされ、プラズモニックモードのみが存在することを電磁界計算により確認している。 銀表面は Si(111)基板上に蒸着・アニールすることで平坦化した(rms 粗さ 0.3nm)[4]。実験ではまず、作製試料を低温顕微分光法(13K, 780nm パルス励起)により評価し、方位角モード次数の異なる複数のプラズモニック共振モードピークを観測した。次に、一つの共振器ピーク(図 1 (b)黒線)近傍において、時間分解発光測定を行い QD 発光レートを評価した(図 1 (b)赤点)。 共振ピークに近づくにつれ、Purcell 効果に起因すると考えられる発光レートの増大を確認できる。 発光レートは、 銀表面上に設置した共振構造のない GaAs スラブ中の QD 発光レート(図 1 (b)青点)に比べて最大で約 4 倍程度となった。



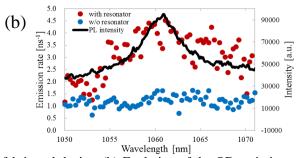


Fig.1. (a) Scanning electron microscope image of a fabricated device. (b) Evolution of the QD emission rate around the resonance of a plasmonic cavity mode (red points). Black curve is a spectrum of the plasmonic cavity mode. Blue points are emission rates of QDs in an unstructured GaAs slab on the Ag surface.

<u>参考文献</u> [1]M.S. Tame, *et al.* Nature Physics **9**,6 (2013) [2] D. Elvira, *et. al.*, Appl. Phys. Lett. **103**, 061113 (2013) [3] A. Tamada, *et.al.*, International Conference on Solid State Devices and Materials, C-4-04, (2016) [4] J. Ho, *et.al.*. ACS Photonics., **2**, 165 (2015) <u>謝辞</u> 本研究は科研費特別推進研究(15H05700)、科研費補助金(16K06294)および NEDO プロジェクトにより遂行された。