

転写プリント法を用いた量子ドットを有する プラズモニックマイクロリング共振器の作製と光学特性評価 Fabrication of plasmonic microring resonators containing quantum dots by transfer printing method and their optical characterization

○玉田晃均¹, 太田泰友², 車一宏¹, Jinfa Ho², 渡邊克之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)

○A. Tamada¹, Y. Ota², K. Kuruma¹, Jinfa Ho², 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 金属/誘電体界面に生じる表面プラズモンモードは回折限界を超えた光局在を可能とする。この現象を半導体ナノ/マイクロ構造と組み合わせることで、超小型プラズモニックレーザへの応用が期待される [1,2]。過去のレーザ発振の報告においては、ゲイン媒質はバルク結晶や量子井戸である上、作製上における制約から金属表面の平坦化は容易ではなかった。今回我々は、自己形成量子ドット(QD)を内部に含むマイクロリングを、転写プリント法[3]により平坦化銀表面上に設置した構造を作製した (図 1(a)挿入図)。そして作製試料から、プラズモニックレーザ発振を示唆する現象の観測に成功したので報告する。

実験 まず、Si(111)基板上に銀を蒸着し、アニールすることで、平坦化銀(表面粗さ 0.3nm)を得た。同時に、6層 InAs/GaAs QD を有する GaAs マイクロリング(外径 3.5 μ m、内径 2.5 μ m、スラブ厚 200nm)を作製した。次に、作製リングを透明シリコンゴムに接触させ、急速に引き剥がすことでピックアップした。その後リングを平坦化銀上に貼り付けゆっくり剥がすことで転写した。作製試料において室温 PL 測定(パルス、200kHz 繰り返し、波長 770nm)を行ったところ、励起強度 3 μ W 付近で急激な発光ピークの上昇を観測した(図 1(a))。図 1(b)に、ピーク積分強度、共振器線幅、自然放出光強度の励起強度依存性を示す。励起強度 3 μ W 付近において積分強度の急峻な増大、線幅の狭窄化および自然放出光強度のクランプが確認できる。本試料では、励起強度を更に強くすることで、等ピーク間隔を有するマルチピーク発光が観測された。ピーク間隔を説明可能な横モードは、図 1(c)に示すプラズモニックモードのみであることを電磁界計算により確認した。以上の結果は、観測されたピークがプラズモニックレーザ発振によるものであることを示唆している。詳細は当日報告する。

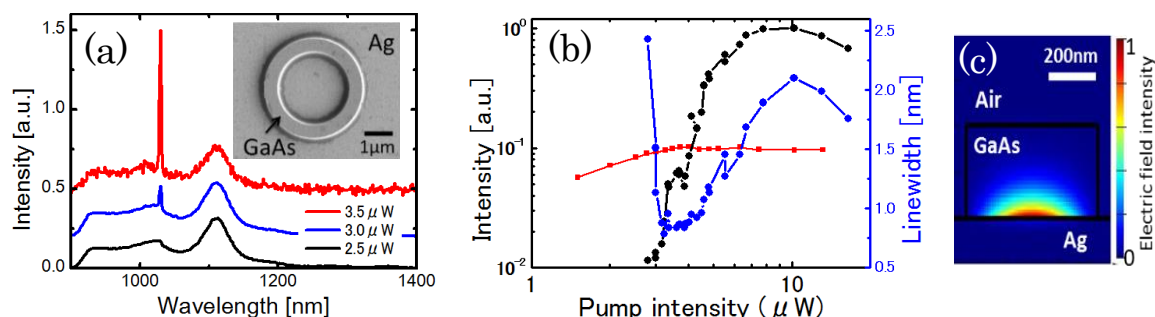


Fig.1. (a) Pump power dependent emission spectra. Blue and red spectra have an offset. Inset shows a SEM image of the fabricated plasmonic microring resonator. (b) Peak integrated intensities (black), spontaneous emission intensities (red) and cavity mode linewidths (blue) plotted as a function of the pump intensity. (c) Cross section of the plasmonic mode observed under high pumping powers.

参考文献 [1]SH. Kwon, *et al.*, Nano letters **10**, 3679 (2010).[2] Oulton, R. F. *et al.*, Nature **461**, 629 (2009). [3]Yoon, J. *et al.*, Adv. Opt. Mater. **3**, 1313 (2015). **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 プロジェクトにより遂行された。また転写プリント法に関してご議論頂いた東京大学・守谷頼氏に感謝する。