

量子光回路応用に向けた量子ドットのオンチップ光励起の検討

On-chip optical excitation of a quantum dot for quantum optical circuit applications

東大ナノ量子機構¹, 東大生研² °長田有登¹, 勝見亮太², 角田雅弘¹, 太田泰友¹, 岩本敏^{1,2}, 荒川泰彦^{1,2}NanoQuine, UTokyo¹, IIS, UTokyo²°A. Osada¹, R. Katsumi², M. Kakuda¹, Y. Ota¹, S. Iwamoto^{1,2}, Y. Arakawa^{1,2}

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

半導体自己形成量子ドットは、優れた単一光子源・量子メモリ・量子ビットとして動作可能であり、その集積性を活かしたオンチップ量子光回路の研究が盛んに進められている[1]。特に、コヒーレント単一光子発生等においては、量子ドットの光励起が重要である。しかしながら、これまで広く用いられてきた自由空間から対物レンズで励起光を集光する手法[2,3]は拡張性に乏しく、大規模・大面積光回路への応用に適しているとは言い難い。そこで、光導波路を介して集積された多数の量子ドットを個別に光励起するオンチップ光励起技術が重要となる。本研究では、その手法に関して電磁界計算および素子構造の作製・評価によりその手法の有効性を明らかにしたので報告する。

検討した励起手法を Fig.1(a)に示す。系は SiO₂(厚み 1.8 μm)を介して設けられた二層の GaAs 光導波路層(厚み 130 nm)で構成されている。励起光を下層に設けた光導波路に導入し、グレーティングを介して上層導波路(幅 300 nm)中の量子ドットへ照射する構成となっている。電磁界計算により励起光が直接上層導波路へ結合するクロストークを評価したところ、10⁻⁷ 程度と十分小さい値が得られた。これは本構成がオンチップ共鳴励起へも適用可能であることを示唆している。また、転写プリント[4]を用いて作製した構造(Fig. 1(b))について、顕微分光法による評価を行った。励起光導入用グレーティング(Fig. 1(b)赤丸部)より下層導波路へ励起光(波長 850 nm)を導入し、それにより励起された上層導波路中 InAs 量子ドットからの発光を、上層導波路の端に設けられた検出用グレーティング(Fig. 1(b)橙丸部)を介して測定した。結果の一例を Fig. 1(c)に示す。測定温度は 12 K である。単一量子ドットに起因する発光ピークが明瞭に観測されており、本提案手法の有効性を示す結果である。

謝辞: 本研究は科研費特別推進研究(15H05700)、

科研費補助金(16K06924)及び国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) により遂行された。

参考文献:

- [1] C. P. Dietrich *et al.*, *Laser & Photonics Reviews* **10**, 870 (2016). [2] M. N. Makhonin *et al.*, *Nano Lett.* **14**, 6997 (2014).
 [3] G. Reithmaier *et al.*, *Nano Lett.* **15**, 5208 (2015). [4] A. Carlson *et al.*, *Adv. Mater.* **24**, 5284 (2012).

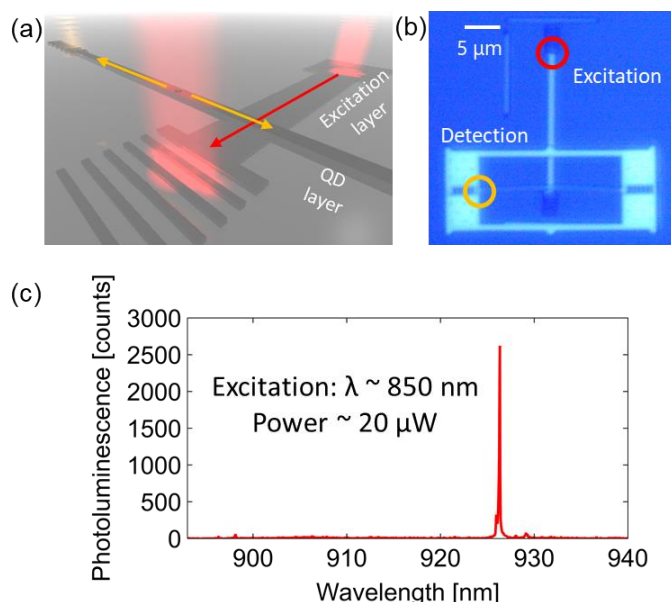


Fig.1: (a) Schematics of the proposed scheme for on-chip excitation. (b) Optical microscope image of the fabricated device. (c) Photoluminescence spectrum measured above the "Detection" port (orange circle in (b)).