走査型電子顕微鏡による量子ドットの位置検出と ナノ共振器との結合状態評価

Position detection of a quantum dot by a scanning electron microscope and evaluation of its coupling strength to a nanocavity [○]車一宏¹, 太田泰友², 高宮大策¹, 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)

^OK. Kuruma¹, Y. Ota², D. Takamiya¹, 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 自己形成量子ドット(QD)を用いた共振器量子電磁力学現象の探求およびその応用を進める上で、共振器電磁界分布と QD の位置関係を正確に把握することは極めて重要である。これまで2次元フォトニック結晶(PhC)ナノ共振器を用いた系では、多積層 QD[1]、原子間力顕微鏡[2]や顕微イメージング法[3]による QD 位置検出技術が実証されてきたが、それぞれ不要な共振器吸収増大の懸念、高速な大面積測定やナノメートル精度での位置検出が困難である等の課題があった。今回我々は、走査型電子顕微鏡(scanning electron microscope: SEM)を用いて、PhC ナノ共振器中に埋め込まれた QD に起因する高さ 1-2nm 程度の表面隆起[2]を検知し、その位置検出に成功した。また QD が共振器中央に位置する場合では、分光測定において強結合状態の観測に成功した。本手法により、短時間で高精度に QD-共振器結合状態評価が可能になると期待できる。

実験 試料は低密度 InAs/GaAs QD を埋め込んだスラブ厚 110 nm の L3 型 PhC ナノ共振器である。 図 1 に試料表面の SEM 像を示す。ナノ共振器のほぼ中央に QD に起因した表面隆起を確認できる。 図 2 は同一試料を低温顕微分光法(4K)により評価した結果である。共振器波長はガス堆積法で制 御されている。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(182 µeV)が観 測されている。共振器 Q 値が 5,700 であることから、QD-共振器結合定数 g=106 µeV を得た。こ の値を SEM 観測結果および電磁界計算と比較することで、QD の遷移双極子モーメントを 23 D と見積った。QD が共振器モードのノードに位置するその他の試料では、分光実験において弱結 合状態を観測しg の大幅な低下を確認している。詳細は当日報告する。



Fig.1. SEM image of the L3-type photonic crystal nanocavity, showing a bump induced by a QD buried at the middle of the slab.



wavelength [nm]



<u>参考文献</u> [1] A. Badolato, *et al.*, Science. **308**, 1158 (2005). [2] K. Hennessy, *et al.*, Nature. **445**, 896 (2007). [3] Kojima, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **102**, 011110 (2013). <u>謝辞</u>本研究の一部は文部科学省イノベーションシステム整備事業および NEDO プロジェクトにより遂行された。