L4/3 型フォトニック結晶ナノ共振器を用いた 量子ドット共振器量子電気力学系における強結合状態の観測

Observation of strong coupling in a quantum dot cavity quantum electrodynamics

system using an L4/3 photonic crystal nanocavity

⁰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)

^oK. 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

<u>はじめに</u>量子ドット(QD)とフォトニック結晶(PhC)ナノ共振器を用いた高品質な強結合系の実現は、固体共振器量子電気力学の探求および量子情報技術応用[1]の観点から重要である。これまでに我々は、高い共振器 Q値と微小モード体積(V)を有する H0型 PhC ナノ共振器を用いて高いQD-共振器結合レートg(>160µeV)を持つ系を報告してきた[2]。しかし、H0 共振器の最大電場は空孔側壁近傍に局在しているため、空孔エッチングによる QD の光学特性劣化等の懸念があった。 一方、最近提案された L3 型共振器に 4 つの空孔を導入した L4/3 型共振器[3]は、H0 型と同等の Q や Vを実現できる上、最大電場が共振器中央(誘電体部分)に位置する。従って、空孔側壁の影響 を低減しつつ、大きなgを実現できると期待される。今回我々は、L4/3 型 PhC ナノ共振器を用い た単一 QD-共振器結合系において強結合状態を示す真空ラビ分裂の観測に成功したので報告する。

実験 図1(a)にL4/3型共振器の電界分布を示す。共振器の最大電場が共振器中央に位置していることが分かる。 また共振器周辺の空孔シフト[3]により小さなV~0.3(λ/n)³ を維持しつつ、高い共振器Q値~6×10⁶が得られた。実 験では、低密度InAs/GaAsQDを埋め込んだGaAs共振器(スラブ厚130 nm)を作製・測定した。図1(b)は低温(5K) 顕微分光測定(CW,808nm,106nW)を行った結果である。共振器波長はガス堆積法により制御した。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 (78µeV)を観測した。また共振器スペクトルから求めたQ 値~33,000(共振器損失 ~40µeV)と分裂幅からg~40µeV を見積もった。本共振器のモード体積はH0共振器と同程度であるため、QDが電界強度の高い共振器中央に位置すれば、さらに大きなgが実現可能であると期待できる。その他詳細は当日報告する。





<u>参考文献</u> [1] T. Volz, *et al.*, Nat Phot. 6, 605 (2012). [2] 太田他、第 74 回応用物理学会学術講演会, 17a-P14-15 (2013). [3] M. Minkov, *et al.*, Appl. Phys. Lett. 111, 131104 (2017). **謝辞** 本研究は科研費特別 推進研究(15H05700)および NEDO プログラムにより遂行された。