18a-E15-6

## (111)A 面上量子ドットを用いた量子もつれ光子対生成: 高忠実度化への制御

High-fidelity-entangled photons generated from symmetric quantum dots

## 物材機構<sup>1</sup>,北大電子研<sup>2</sup>,学振 $DC^3$

<sup>°</sup>中島秀朗<sup>1-3</sup>, 黒田隆<sup>1</sup>, 熊野英和<sup>2</sup>, 間野高明<sup>1</sup>, 劉祥明<sup>1</sup>, 迫田和彰<sup>1</sup>, 末宗幾夫<sup>2</sup>

## NIMS<sup>1</sup>, RIES Hokkaido Univ.<sup>2</sup>, JSPS Research Fellow<sup>3</sup>

<sup>O</sup>H. Nakajima<sup>1-3</sup>, T. Kuroda<sup>1</sup>, H. Kumano<sup>2</sup>, T. Mano<sup>1</sup>, X. Liu<sup>1</sup>, K. Sakoda<sup>1</sup>, and I. Suemune<sup>2</sup> E-mail: nakajima@es.hokudai.ac.jp

【はじめに】量子もつれ光子対は量子情報処理分野において鍵となる要素である。半導体量子ドット(QDs)内 で形成される中性励起子分子(XX<sup>0</sup>)-励起子(X<sup>0</sup>)カスケード遷移では2光子が1対ずつ生成され、量子もつれ光 源として強く期待される。しかしながら多くのQDsにおいて、その形状異方性に起因した微細構造分裂(FSS) が生じ量子もつれ状態の形成は困難である。単一 QD に着目した光学異方性の回復はこれまで様々な手法[1] が報告されているものの、いずれも拡張性に乏しかった。我々は、液滴エピタキシー手法を用いた(111)A 面基 板上でのQDs形成を検討し、形状異方性の克服および統計的なFSS低減を確認してきた[2]。前回、観測基底 に依らない強い偏光相関を有する2光子状態を実証し、忠実度f=0.86の量子もつれ光子対生成に成功した[3]。 今回は2光子の事後選別に伴う更なる高忠実度化を含めて議論する。

【実験】試料は GaAs 基板上に自己形成した  $Al_{0.3}Ga_{0.7}As/GaAs QDs/Al_{0.3}Ga_{0.7}As$  であり、成長基板に(111)A 面 を選択することで FSS は平均 17  $\mu$ eV 程度まで抑制される[2]。10 K に冷却した試料を、繰り返し 200 MHz の ピコ秒半導体パルスレーザを用いて非共鳴励起した。FSS がスペクトル自然幅未満(< 1.2  $\mu$ eV)の QDs を選別し、 XX<sup>0</sup>・X<sup>0</sup>光子についての偏光相関関数を測定した。

【結果及び考察】図 1 に得られた相関関数の例を示す。零遅延における同時計数値の増大([RL], [VV], [DD])および抑制([RR], [VH], [DA])は検出偏光セットの選択を反映した結果である。零遅延以降における同時計数の検出時間を 0.256 ns として 2 光子の事後選別を行い、36 通りの偏光相関測定から再構築された密度行列 $\rho$ を図 2 に示す。実部の 4 隅に値が集中し、最大もつれ状態の 1 つ| $\psi$ 〉= 1/ $\sqrt{2}$ (|RL〉+ |LR〉)の特徴的な形状であることが理解できる。見積もられた| $\psi$ 〉に対する忠実度はf=0.93 であり、前回報告値f=0.86 と比べて大幅な向上が確認された。これは事後選別によって X<sup>0</sup>分布時におけるデコヒーレンスが改善された結果であり、高忠実度な 2 光子生成に向けて重要な指針である。また、各種もつれメジャーTangle, Linear entropy, Pere criterion はそれぞれ 0.71, 0.19, -0.42 と、いずれも従来の同種光源の性能[1]を大きく凌駕する結果が得られた。



Fig. 1 Measured results of correlation function.

Fig. 2 Reconstructed polarization density matrix for postselected two-photon state.

【参考文献】[1] R. M. Stevenson *et al.*, Nature **439**, 179 (2006). [2] T. Mano *et al.*, Appl. Phys. Express **3**, 065203 (2010). [3] 中島ら,第 74 回応物 18a-D6-1 (2013) : T. Kuroda *et al.*, Phys. Rev. B **88**, 041306(R) (2013).