光子偏光−電子スピン量子もつれ相関の生成に向けた光子−電子の同時検出実験

Simultaneous detection of a photon and an electron towards quantum entanglement generation between a photon polarization and an electron spin

○黒山和幸 [1]、Marcus Larsson[1]、藤田高史 [1]、松尾貞茂 [1]、Sascha R. Valentine[2]、Arne Ludwig[2]、Andreas Wieck[2]、大岩顕 [3]、樽茶清悟 [1,4]（1. 東大工、2. *Ruhr-Univ Bochum*、3. 阪大産研、4. 理研 CEMS）

°K. Kuroyama[1], M.Larsson[1], T.Fujita[1], S.Matsuo[1], S.R.Valentine[2], A.Ludwig[2], A.Wieck[2], A.Oiwa[3] and S.Tarucha[1,4]

(1.Department of Applied Physics, University of Tokyo, 2.Lehrstuhl fur Angewandte Festrkorperphysik Ruhr-Univ. Bochum, 3.Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University, 4.Center for Emergent Materials Science, RIKEN, Wako, Saitama, Japan)

E-mail: kuroayma@meso.t.u-tokyo.ac.jp

量子光学分野では、単一光子の量子状態を用いた量子情報通信の研究が盛んに行われている。その中で、広域分散型の量子情報伝送を可能にするためには、半導体量子ドットでの光子偏光から電子スピンへの変換[1]を応用した量子中継器が期待される。先行研究では、単一光子から単一電子への角運動量の転写が実証されている[2]。量子中継器の実現へ向けたさらなる基礎実験として、光子対の持つ偏光の量子もつれ相関を空間的に離れた電子スピン対へ移す研究が行われており、現在、光子偏光−電子スピンに量子もつれ相関を生成することが直近の課題である。

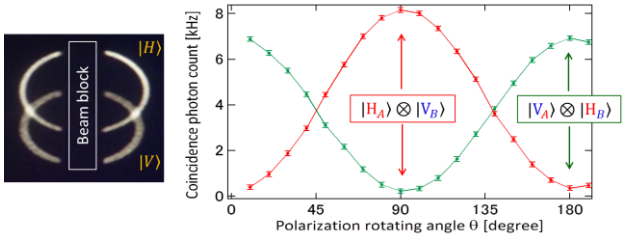

図 1：CCD カメラによるパラメトリック下方変換の観察像（左）と光子対の偏光相関（右）

本課題へ向けて、我々は、偏光相関を持って同時発生した光子対の一方を GaAs 系半導体量子井戸へ照射し、励起された光電子を量子ドットへ捕獲・検出[3]することで、光子と光電子の同時検出を試みる実験を行った。光子対の発生源として、Type-II の BBO 光学結晶で生じるパラメトリック下方変換を行う光学系を構築した。このパラメトリック下方変換の過程で同時発生する 2 光子を異なる単一光子検出器により観測し、光子対の生成率を定量的に評価した。さらに、一方の光子を量子ドットへ照射する実験系を構築した。光子検出の信号と光電子捕獲による量子ドットの電荷検出信号を高速デジタイザーにより同時に取得し、2 信号の時間相関の観測を行った。

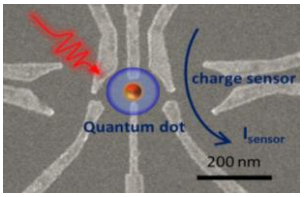

図 2：量子ドットの電子顕微鏡写真

[1] R. Vrijen and E. Yablonovitch, Physica E **10,** 569 (2001). [2] T. Fujita et al. Phys. Rev. Lett. **110**, 266803 (2013). [3]T.Fujita et al., arXiv 1504.03696(2015).

© 2016年 応用物理学会