出力光子数差のある QDinF を用いた 1 次の光子相関

First-order single photon interference in unblanced Mach-Zehender interferometer naturally formed by QDinF

○ 笹倉　弘理 (北大創成)
○Hirotaka Sasakura(CRIS, Hokkaido Univ.)
E-mail: hirotaka@cris.hokudai.ac.jp

【はじめに】半導体量子ドット (QD) は空間的な 3 次元閉じ込め効果によって内部エネルギーが離散化しているため, 本質的に複数光子（対）の生成が起こらない. このため, 従来の非線形光学効果に基づく光子数揺らぎが不可避な光源に比べて格段に高効率な量子シミュレータ, 量子通信プロトコル等の実現が期待される. これまで単一モード光ファイバー (SMF) コアに QD を直接装着した QDinF(QD in Fiber) を用い, 単一光子の取得 [1] 及び SMF 両端での可干渉性の検証 [2] を報告してきた. 今回, 二つの出力間で光子数が異なる QDinF を用いて 1 次の光子相関測定を行い, 零遅延時間での可干渉度の光子数比依存性を実測した結果を報告する.

【試料及評価】MBE を用いて成長させた $In_{0.8}Al_{0.2}As/Al_{0.35}Ga_{0.65}As$ QD[3] を 2 本の SMF パッチケーブル (Thorlabs: SM600) の端面間に挟み込み固定した. QDinF を液体ヘリウム容器中に設置し, ピグテール付半導体レーザー (Thorlabs: LP637-SF70) を用い AlGaAs バリア層を励起した. 今回用いた QDinF の発光強度は両端間で非対称であるが, この出力間の同時計数はアンチバンチング特性を示すことを確認している (図 1 左). 一方の出力に光学遅延を導入し 2×2 ファイバーカプラ (Thorlabs: FC780-50B-FC) を通して 2 台の単一光子検出器 (IDQ: id100-SMF20) で光子数を計数し (PN_1,PN_2), 零遅延時間のフリンジ分解スペクトルを取得し [$V(\theta) = (PN_1(\theta) - PN_2(\theta))/(PN_1(\theta) + PN_2(\theta) - 2d)$, d は暗計数], 可干渉度 (V_0) を見積もった (図 1 右).

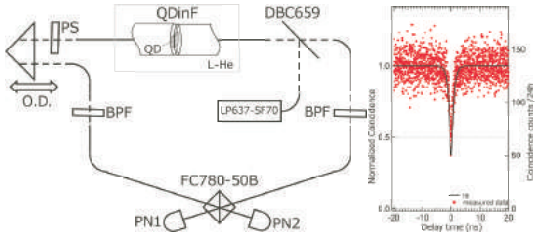

図 1: (左) 測定系の概略図. QDinF と FC780-50B により Mach Zehender 干渉計を形成し, PS により位相差を制御し, フリンジ分解スペクトルを取得している. (右)BPF 後に QDinF の出力間で取得した同時計数.

【結果とまとめ】図 2 に 2×2 ファイバーカプラへの入力光子数差を調整し, Mach-Zehender 干渉計の時間原点での V_0 の $R(= PN_1/PN_2)$ 依存性を示す. R が 1 で可干渉度は最大となっており, 入力比が 1 からずれると徐々に可干渉度が低下している. 一方で, 強度比が 100 対 1 程度に低下しても, 可干渉度は ~1/3 である. これらの結果は理論的見積もり $V_0 = 2\gamma\sqrt{R}/(1 + R)$ と一致している ($\gamma = 0.66$).

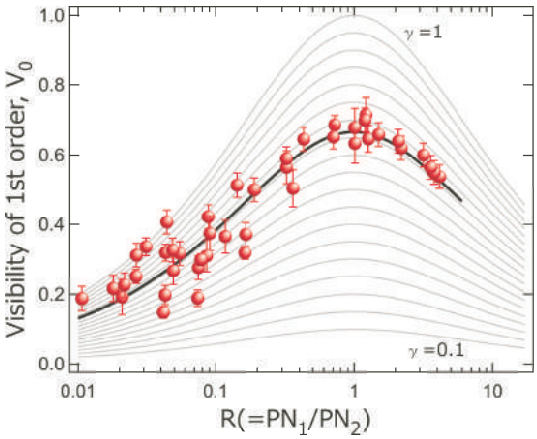

図 2: V_0 の光子数差依存性.

参考文献 [1]H. Sasakura, *et. al.*, APEX **6** (2013) 065203. [2] 第 61 回応用物理学会春季講演会 18a-E15-8. [3]S. Adachi, *et. al.* APL **91** (2007) 161910.

[謝辞] 本研究は, 戦略的情報通信研究開発推進制度 (SCOPE)(課題番号:142101002) の助成を受けたものです.

© 2015年 応用物理学会