

1GHz クロック単一光子検出器を用いた通信波長帯偏光量子もつれ光子対の シングルモードファイバ配送実験

High-rate distribution of polarization-entangled photon-pairs over standard single-mode fibers with 1-GHz-clock single-photon detectors

沖電気研開セ °荒平 慎, 村井 仁

Oki Electric °S. Arahira and H. Murai

E-mail: arahira335@oki.com

量子もつれ光子対は量子鍵配送 (QKD) など量子情報通信技術を利用したアプリケーションを実現する上で重要である。近年我々は、周期分極反転 LiNbO_3 (PPLN) リッジ導波路デバイスにおけるカスケード光第 2 高調波 / パラメトリック下方変換 (c-SHG/SPDC) 効果を用いた通信波長帯偏光量子もつれ光子対発生を行い、その有用性を実証してきた[1-3]。今回我々は、1 GHz クロックで動作する単一光子検出器 (SPD) を用いた偏光量子もつれ光子対の通常シングルモード光ファイバ (SSMF) 上での配送実験を行い、同時計測レートとして 101 kHz (伝送前) 1.1 kHz (SSMF-90 km 伝送後) を得たので報告する。

光源部の構成はこれまでの報告[1-3]と同様で、空間光学系光モジュール[3]を用いたサニャックループ構成とした。励起光は波長 1551.0 nm (PPLN の QPM 波長に相当) パルス幅 34 ps、繰り返し 1GHz の光パルスとした。シグナル光、アイドラー光の中心波長はそれぞれ 1540.0 nm、1562.2 nm、透過バンド幅は約 0.8 nm とした。SPD は gated-Geiger モード InGaAs/InP-アバランシェフォトダイオード (APD) を用いた。ゲート電圧として周波数 1 GHz、RF 変調パワー 28 dBm の正弦波電圧を印加した。同動作条件でのゲート幅は約 200 ps、検出効率は約 26%、暗電流計測レートは約 20 kHz (シグナル側) 約 30 kHz (アイドラー側) と見積もられた。また平均光子対数は約 0.1 / gate として実験を行った。シグナル光、アイドラー光はほぼ同じ長さの SSMF 上を伝送させた。

図 1 に同時計測レート、2 光子干渉波形における明瞭度 (V) 量子トモグラフ測定における忠実度 (F) の SSMF 長 (全長) 依存性を示す。同時計測レートは H/V 基底 (図中 ○) Diagonal 基底 (図中 □) 共に約 101.5 kHz (伝送前) 約 13.7 kHz (40 km) 約 1.1 kHz (90 km) と見積もられた。また明瞭度、忠実度はそれぞれ約 88%、91% であり、伝送前後での劣化は 1.8% 以内と良好な結果が得られた。図 2 は SSMF-90 km (45 km+45 km) 伝送後の量子トモグラフの測定結果であり、良好な量子もつれ配送が実現できていることを示している。

[1] S. Arahira *et al.*, Opt. Exp. **19**, 16032 (2011). [2] S. Arahira *et al.*, Opt. Exp. **20**, 15336 (2012). [3] 荒平他, 2013 秋応物, 17a-P13-5.

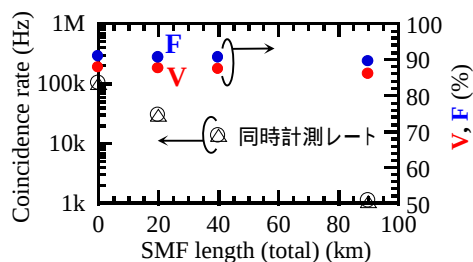


図 1 同時計測レート、明瞭度 (V)、忠実度 (F) の SSMF 長依存性

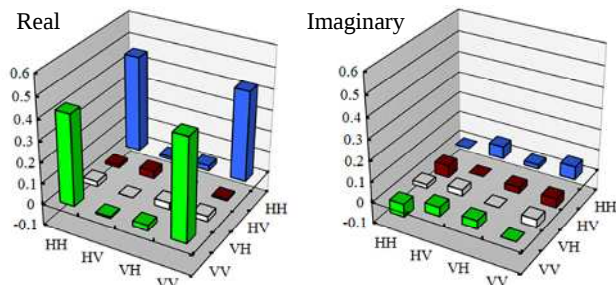


図 2 SSMF-90 km 伝送後の量子トモグラフ