

空間光学モジュールを用いた通信波長帯偏光量子もつれの 高レート配送実験

High-rate polarization entanglement distribution experiments in a communication wavelength band with space-optics modules

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) 等、様々な量子情報通信技術を実現する上で重要な要素技術である。近年我々は、周期分極反転 LiNbO₃ (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, 2]。今回我々は、空間光学モジュールを利用することで低光学損失化した偏光量子もつれ光源を試作し、同時計測率として 10 kHz (伝送前) 1 kHz (シングルモードファイバ (SMF) 40 km 伝送後) を得たので報告する。

試作した光源の模式図を図 1 に示す。モジュール (I) は WDM フィルタを介した励起光 / SPDC 光の入力 / 分離部と偏光ビームスプリッタ・コンバイナ (PBSC) によるサニャック干渉計部に相当し、もつれ光の相対位相の制御は内蔵のパビネソレイコ補償板 (BSC) を用いて行なった。またモジュール (II) は光ローパス / ハイパス (LPF / HPF) フィルタにより、発生した c-SHG/SPDC 光を長波長領域 (アイドラー光) 短波長領域 (シグナル光) に空間分離して出力する。その後、透過帯域 0.8 nm のバンドパスフィルタ (OBF) によりスペクトルスライスした。PPLN 透過後の全損失は、2 光子干渉測定のための偏波コントローラ部、偏光子部を含めて 4 dB 程度と見積もられ、我々が前回まで採用した個別モジュールを組み合わせた系 [2] に比べ約 5 dB 前後低い値が得られた。

本光源を用いた 2 光子干渉実験を行なった。励起光は波長 1551.0 nm (PPLN の QPM 波長に相当) パルス幅 120 ps、繰り返し 240 MHz 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 とした。また単一光子検出器は gated-Geiger モード InGaAs/InP -APD を用いた (Princeton Lightwave PGA-600HSU、ゲート周波数: 40 MHz、ゲート幅: 1 ns、検出効率: 約 30%)。図 2 にファイバ伝送前の 2 光子干渉波形を示す (平均光子対数: 0.14 / パルス)。H/V 基底、Diagonal 基底共に明瞭度は 87.6% 程度であり、平均光子対数からの計算値 (87.7%) とよく一致した。また同時計測率としては約 10 kHz が得られた。図 3 は SMF 伝送後の同時計測率、明瞭度の変化である。SMF-40km (20 km x 2) 伝送後の同時計測率、明瞭度は約 1 kHz、87.1% と見積もられた。

[1] S. Arahira *et al.*, Opt. Exp. **19**, 16032 (2011). [2] S. Arahira *et al.*, Opt. Exp. **20**, 15336 (2012).

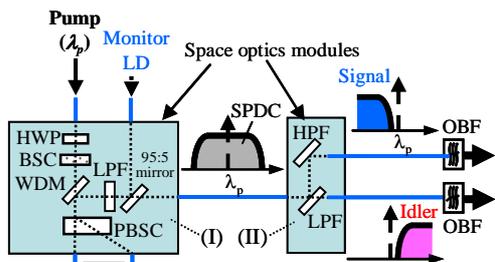


図 1 試作した量子もつれ光源の模式図

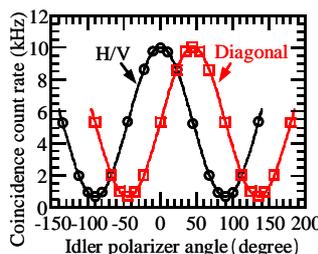


図 2 2 光子干渉波形 (伝送前)

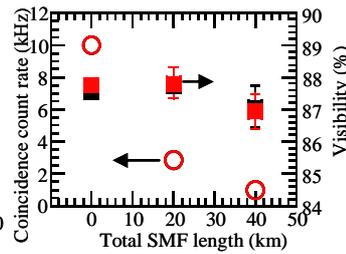


図 3 SMF 伝送後の同時計測率と明瞭度