伝令信号を用いた単一光子列のシリアルパラレル変換

Serial-parallel conversion for single photons with heralding signals

京大院工[1]，JST さきがけ[2] ○(D)清原　孝行[1]，岡本　亮[1,2]，竹内　繁樹[1]

Kyoto Univ.[1], JST PRESTO[2], ◦Takayuki Kiyohara[1], Ryo Okamoto[1,2], Shigeki Takeuchi[1]

E-mail: t_kiyohara@qip.kuee.kyoto-u.ac.jp

パラレル伝送路に、同一性の高い光子が配置された状態（パラレル光子列）は、量子暗号の長距離化や光量子シミュレーションの実現に非常に重要である。１つの単一光子源から一定間隔で放出される光子列（シリアル光子列）を、パラレル光子列に変換する、シリアルパラレル変換の実現は、極めて同一性の高いパラレル光子列を実現する手段として注目されている。これまでは、半透鏡による確率的な変換や、時間パケットと伝送路を対応させて変換する方法[1]が提案、実証されていたが、効率の低さがボトルネックとなっていた。

今回、伝令付き単一光子源[2]から生成された光子列のシリアルパラレル変換について、理論的な解析ならびに実験的な実証に成功したので報告する。まず理論計算により、光子の有無を示す伝令信号を活用する本方法は、従来法に比べて光子数（パラレル伝送路数）に対し、指数関数的に効率が向上することを見出した[3]。図１は、構築した２光子列シリアルパラレル変換の実験系の概略図である。伝令付き単一光子源より出力した２光子列を、伝令信号に基づいて動的光学スイッチを制御し、異なる空間モードにルーティングさせた。それぞれの光子は２台の光子検出器(D1，D2)を用いて検出した。実験の結果、損失もエラーもない完全に理想的な条件での従来法の変換効率上限(50%)を超える、53%の効率を達成した。もし用いた光学部品の損失がないと仮定すると、この効率は 99.6%に達した[3]。この結果は、光子を用いた量子情報処理にブレークスルーをもたらす成果である。

本研究の一部は科学研究費（26220712，26610052，25707034），JST-CREST(JPMJCR1674)，JST-PRESTO (10435951)，特別研究員奨励費(17J06932)の支援を受けて行われた。

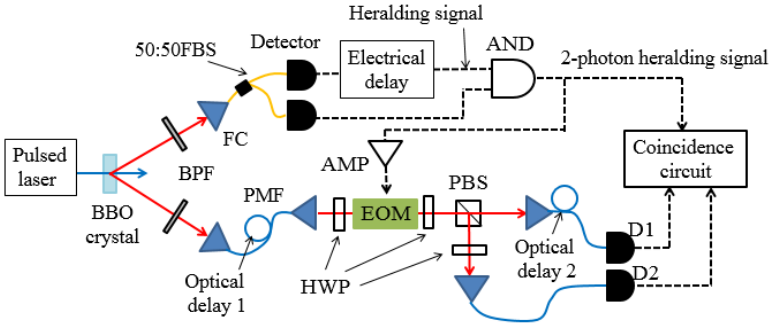

Fig.1.Schematic setup of a serial-parallel convertor for two photons using heralding signals.

References

[1] F. Lenzini, *et al*., Laser Photonics Rev., **11**(3), 1600297 (2017).

[2] T. Kiyohara, R. Okamoto, and S. Takeuchi, Opt. Express **24**(24) 27288 (2016).

[3] T. Kiyohara, R. Okamoto, and S. Takeuchi, Opt. Express **25**(26) 32443 (2017).

© 2019年 応用物理学会