

全光ファイバ系による低損失単一光子バッファ

Low-loss fiber-optic single-photon buffer

日大量科研, [○](D) 多田 彬子*, 行方 直人**, 井上 修一郎

Nihon Univ., [○]Akiko Tada*, Naoto Namekata**, Shuichiro Inoue

E-mail*: tada@phys.cst.nihon-u.ac.jp, **: nnao@phys.cst.nihon-u.ac.jp

多光子干渉を利用した量子情報通信プロトコルや量子シミュレーション実装方法が多く提案されている。しかし、それらの実験は、低い確率で偶発的に同時発生した多光子を用いるため、必要な光子数の増加に伴い急激に困難となる。一方、複数の光子が同時に発生しなくとも、それぞれが出力される時間を個別制御できる量子メモリ、または量子バッファを用いることで高効率化できる。今回、全光ファイバ系によって、光子に適切な遅延を与える単一光子バッファ (SPB) を低損失で実現したので報告する。低損失 SPB は伝令付き単一光子源の高効率化[1]へも応用できる。

Fig.1(a)に実験系の概略図を示す。中心波長 1560 nm (スペクトル全幅~5nm)の直交偏光光子対は、偏光ビームスプリッター(PBS)により分離され、各ポートに出力される。一方の出力ポートには SPB を接続した。光子対の同時計数には、InGaAs/InP 雪崩フォトダイオード (APD) による単一光子検出器を用いた。ただし、一方の検出器の光子検出信号は電気遅延発生器(DG)による遅延を与えた後、他方の検出器の同期信号として用いた。SPB は、光サーキュレータ(OC)、光スイッチ(OS)、ファラデーミラー(FM)により構成される(Fig.1 (b))。SPB へ入射した光子は、OC のポート 1 からポート 2 へ出力され、OS で 2 つの経路に分けられる。その後、FM で反射され、OC のポート 3 へ出力される。FM を使用することで、OC-FM 間のファイバ中複屈折は OS 後のファイバの長さに関係なく受動的に補正される。OC のポート 1 へ入射された光子の偏光状態は、OC のポート 3 へ出力された際には、90 度偏波回転した状態になる。Fig.2 に SPB の OS の状態を「ON」と「OFF」としたときの同時計数結果を、DG で与えた遅延時間の関数として示す。同図より、OS の能動的制御によって OS-FM 間のファイバ長の差に一致する伝搬遅延が与えられていることが分かる。SPB の挿入損失は 2.98 dB であった。本系は、離散的な時間遅延しか与えることができないが、パルス単一光子源に対しての応用には十分である。また、波長帯域>40nm(1550 nm 中心)、対応可能な光源の繰り返し速度>10 GHz であるため、高い応用性を有している。

本発表では、単一光子バッファの偏光および量子状態の保持性や OS 多重化時の実質的な効率に関して報告する。

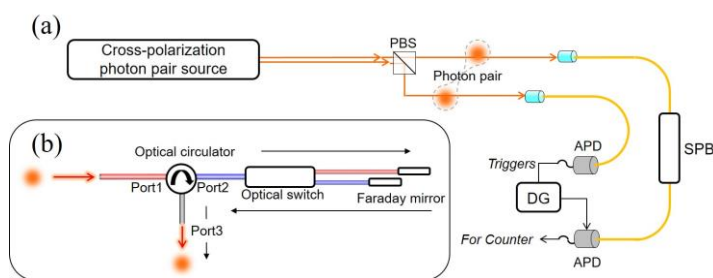


Fig. 1. (a) Entire setup and (b) single-photon buffer

[1] F. Kaneda, *et. al*, Optica 2, 1010 (2015).

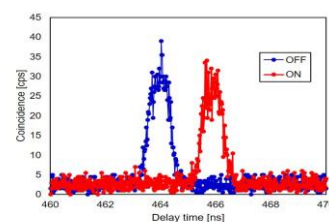


Fig. 2. Coincidence counts vs. delay time