

正弦電圧ゲート動作 InGaAs/InP-APD による 単一光子検出効率 53 % の実現

53 % Single-Photon Detection Efficiency at 1550 nm Using a Sinusoidally Gated InGaAs/InP Avalanche Photodiode

○多田 彬子*, 行方 直人**, 井上 修一郎 (日大量科研)

○Akiko Tada*, Naoto Namekata**, Shuichiro Inoue (Nihon Univ.)

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

量子鍵配送には、実用的かつ高性能な通信波長帯単一光子検出器が求められる。我々は、正弦電圧ゲート動作 InGaAs/InP 雪崩フォトダイオード (APD) を用いた単一光子検出器の開発を行っており、これまで、GHz を超える高繰り返しおよび 40 % を超える単一光子検出効率(PDE)を実現してきた[1,2]。今回、20 V を超える高過剰電圧印可および動作条件の最適化により、PDE=53 % をより低雑音で実現したので報告する。

Fig.1 に正弦電圧ゲート動作単一光子検出器の概略図を示す。InGaAs/InP-APD は、約 289 K で動作させた。性能評価には、波長 1550 nm、繰り返し 19.861 MHz、パルス幅 5 psec、1 パルスあたり平均光子数が 0.01 の微弱コヒーレントパルス光を使用した。また、直流電圧 (V_{DC}) にゲート用交流信号を重畳するために、ゲート動作クエンチング回路 (GPQC) を使用した。信号発生器 (SG) からの周波数 1.271104 GHz、電圧 4 dBm の正弦電圧は、25 dB の増幅と帯域通過フィルター (BPF) による濾波の後、ゲート用交流電圧として APD へ印加される。APD からのゲート動作に起因する伝達信号は、帯域除去フィルター (BEF) により除去した。その後、BEF からの出力信号は 40dB 増幅後、BEF と低域通過フィルター (LPF) によって 2.56 GHz (第 2 高調波) 以上の雑音は低減された。最後に、識別器 (DISC) より出力されたロジック信号を時間相関測定器 (TIA) で記録し、得られた計数ヒストグラムより PDE、アフターパルス確率 (AP)、暗計数確率 (DP) を求めた。Fig.2 に測定結果を示す。PDE = 53 %、 $< 1\%$ の AP、 $DP = 3.5 \times 10^{-4}$ を得た。

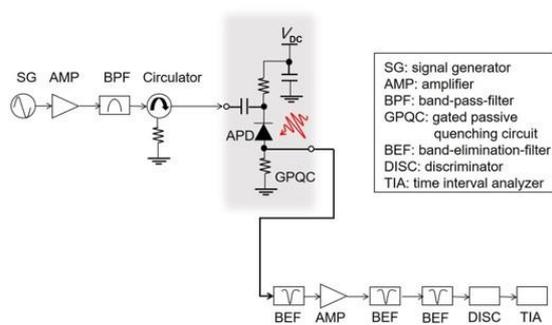


Fig. 1. Diagram of the single-photon circuit

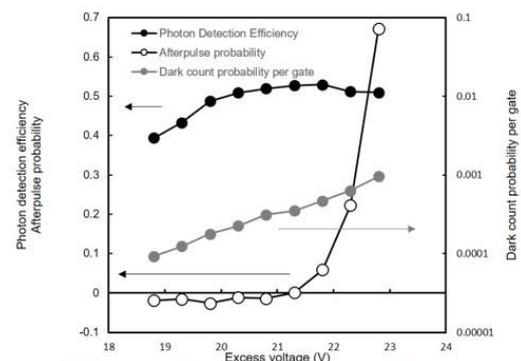


Fig. 2. PDE, AP and DP as functions of the excess voltage

謝辞 本研究は日本大学理工学部プロジェクト研究助成を受けて実施されたものである。

[1] N. Namekata, S. Sasamori, and S. Inoue, *Opt. Express* **14**, 10043 (2006)

[2] 多田彬子, 行方直人, 井上修一郎, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 18p-C2-5 (2014)