

ローパスフィルタによる APD 単一光子検出器のアフターパルス低減

Reduction of After-Pulse in APD Single-Photon Detector with Low-Pass filter

阪大工 徐 雪, °井上 恭

Osaka Univ. Jyo Setsu, °Kyo Inoue

E-mail: kyo@comm.eng.osaka-u.ac.jp

[はじめに] 量子通信用として通信波長帯 APD 単一光子検出器の研究開発が進められている。この検出器はアフターパルス（アバランシェ発生後に起こる誤検出）が動作速度の制限要因となる。その対策として自己差分法[1]や正弦波ゲート法[2]などが知られているが、本報告では、ローパスフィルタ(LPF)を挿入するだけの簡便な構成でアフターパルスを低減する手法を提案する。

[抑圧原理] まず、ゲート電圧のパルス幅を広めに設定する。すると、APD からは広い時間幅のアバランシェ信号が出力される一方、微分信号は鋭いピーク状となる。そこで、APD 出力段に LPF を配置し、微分信号を低減する。これにより、小さなアバランシェ信号でも検出可能→不純物準位に捕獲される電子数：少→アフターパルス：小、とすることができる。

[実験] 市販の光子検出器を用いて実験を行った。図 1(a)に APD 出力電圧波形を示す。アバランシェの時間波形が微分電圧波形より十分広い様子が示されている。この波形の周波数スペクトルは、微分信号が 1GHz 付近まで広がっているのに対し、アバランシェ信号は 400MHz 程度までであった。そこで、カットオフ周波数 450MHz の LPF を挿入したところ、図 1(b)に示す信号波形となった。アバランシェ波形はほぼそのまま、微分信号が大きく減衰している。

続いて、LPF 透過後のアバランシェ信号が減衰した微分信号よりわずかに大きくなるように印加電圧を設定し、LPF 透過信号をアバランシェ信号のみをカウントするように設定したしきい値回路に入力した。ダークカウント (DC) の測定結果を図 2 に示す。図には、LPF を用いない通常ゲート動作時の結果も示している。LPF 無しでは高ゲート周波数時にアフターパルスのために DC が急激に増加するのに対し、LPF 使用時には DC 増加が抑えられている。

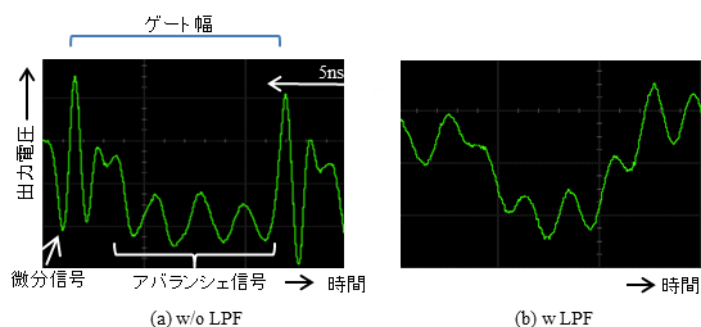


図 1. APD 出力電圧波形

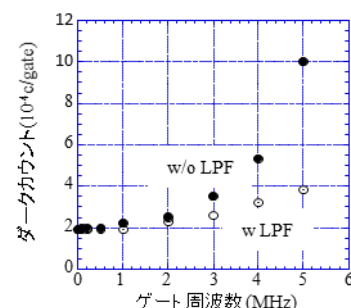


図 2. ゲート周波数対ダークカウント

[まとめ] ローパスフィルタを用いるだけの簡便な構成で APD 単一光子検出器のアフターパルスを低減する手法を提案し、その有効性を示した。

[1] Z. Yuan 他, Appl. Phys. Lett., **91**, p. 041114 (2007). [2] N. Nemekata 他, Opt. Express **14**, p. 10043 (2010).