

強度相関測定における Si-APD のクロストークの解析

On the crosstalk of Si-avalanche photodiodes in intensity correlation measurement

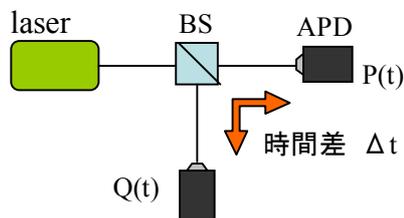
東大院総合(駒場)¹, JST さきがけ² ○大川 洋平¹, 大村 史倫¹, 安武 裕輔^{1,2}, 深津 晋¹Univ. of Tokyo¹, JST-PRESTO² ○Y. Okawa¹, F. Ohmura¹, Y. Yasutake^{1,2}, and S. Fukatsu¹

E-mail: cfkz@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

(Si) アバランシェフォトダイオード (Si-APD) は光子計数などの微弱光計測に広く使われているが、光子検出イベント時に僅かに近赤外領域で発光することが知られている。この発光を第 2 の APD が検出し、さらなる二次発光が発生するサイクルを繰り返す現象はクロストーク(CT)と呼ばれる。最新の APD 2 次元アレイでは CT が顕著であり、抑制のための研究が進められている[1]。

CT 発光の影響は Hanbury-Brown Twiss 干渉計による光の強度相関測定においても顕在化する[2]。被測定光のスペクトルが近赤外領域(700-1,000nm)になればフィルタで除去可能であるが、さもないとスループットを犠牲にして干渉計の構成を変更することを余儀なくされる。

HBT 干渉計における CT 発光は、伝搬経路や時間発展などを通じて現象論的に理解されている。本研究では、CT 発光の理解を深めるべく数値モデルを用いて解析を行った。光源は簡単のため閾値を十分越えたレーザー光出力を減衰させたものとした。第 1 APD の発光が Δt 秒後に第 2 APD に到達するとして時系列イベント間の結合方程式を書き下し、強度相関関数を求めた(図 1)。図 2 に示すように今回のモデルが実験結果をよく説明することが分かる。一方、結合方程式から直に HBT 干渉計におけるクロストークがトリガーされた CT 発光を介した 1 次光子の自己相関に他ならないことがわかる。このようなクロストークによる「転写された自己相関の発生」は HBT 干渉計のようなサイクルの「閉じた」系での時間相関に顕在する現象であり、アレイディテクタのような「開いた」系ではサイクルが拡散してしまうため観測されない。CT 発光が通信傍受の危険性を孕む一方、転写された自己相関は応用の可能性を秘めている。



$$P(t) = p(t) + \gamma \int_0^{T_0} dT [e^{-\alpha T} Q(t - \Delta t - T)]$$

$$Q(t) = q(t) + \gamma \int_0^{T_0} dT [e^{-\alpha T} P(t - \Delta t - T)]$$

図 1 実験系と結合方程式

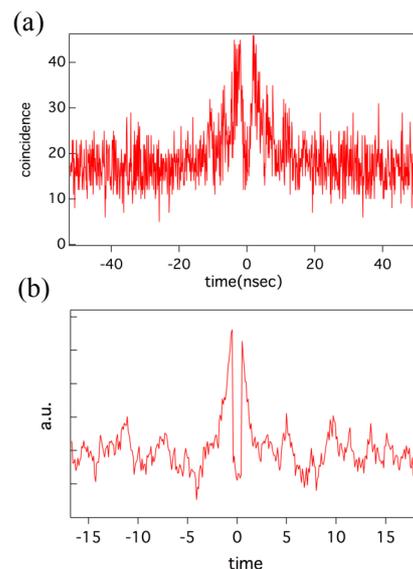


図 2 実験結果(a)と計算結果(b)

[1] Richard D. Younger *et al.*, Proc.of SPIE **7320**, 73200Q-1 (2009)[2] Gökhan Ulu *et al.*, Opt. Lett. **25**, 758 (2000)