

超伝導ナノワイヤ型光子検出器と超伝導転移端センサの並列化による 低タイミングジッター光子数識別測定

Low timing jitter photon-number-resolving detection using Superconducting Nanostrip Photon Detector (SNSPD) and Transition Edge Sensor (TES)

東京大¹, 産総研², 産総研・東大 オペランド計測 OIL³, 情通機構⁴, 神戸大⁵, 理研⁶
 ○園山 樹¹, 岡本 史也¹, 長吉 博成¹, 白石 航暉¹, アサバナント ワリット¹, 今野 俊生², 鷹巣 幸子², 福田 大治^{2,3}, 藪野 正裕⁴, 知名 史博⁴, 三木 茂人^{4,5}, 寺井 弘高⁴, 遠藤 護¹, 古澤 明^{1,6}
 Univ. of Tokyo¹, AIST², OPERANDO-OIL³, NICT⁴, Kobe Univ.⁵, RIKEN⁶, ○Tatsuki Sonoyama¹,
 Fumiya Okamoto¹, Hironari Nagahyoshi¹, Koki Shiraishi¹, Warit Asavanant¹, Toshio Konno²,
 Sachiko Takasu², Daiji Fukuda^{2,3}, Masahiro Yabuno⁴, Fumihiro China⁴, Shigehito Miki^{4,5}, Hirotaka Terai⁴, Mamoru Endo¹, Akira Furusawa^{1,6}

E-mail: sonoyama-tatsuki20@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

光子数識別測定における 2 つの重要な指標「光子数識別能」・「光子検出時刻の揺らぎを表すタイミングジッター (時間分解能)」に関して高い性能を持つ光子数識別器は、様々な分野における応用可能性を秘めている。例えば、光量子情報処理分野において光子数識別測定は非古典的な量子状態である非ガウス型状態の生成に用いられる。その際生成できる状態の精度・多彩性には光子数識別能が、状態生成時刻の正確な把握には時間分解能が寄与するため、上記の 2 つの性質は重要である。また、光を用いた距離計測技術である LiDAR では従来高い時間分解能を持つ単一光子検出器が利用されてきたが、高時間分解能と高光子数識別能を両立するデバイスを用いれば計測物体までの距離だけでなく計測光の強度という新たな情報を取得できる。このように、高時間分解能と高光子数識別能を両立する光子数識別測定器は、量子情報処理・量子計測等多彩な分野において応用が見込まれる。

しかしながら、数十 ps 程度の低いタイミングジッターを持つ超伝導ナノワイヤ型光子検出器 (SNSPD) は近年の研究でも 5 光子程度の識別が限界であり[1]、一方で 20 光子以上の光子数を識別できる超伝導転移端センサ (TES) は高速のものでも数 ns 程度の大きなタイミングジッターを持つ[2]ため、従来高時間分解能と高光子数識別能の両方を実現する検出器は存在していなかった。本研究では Fig.1 に示すように、2 つの異なる性質を持つ検出器 (TES と SNSPD) を並列化することで両者を満たす新たな光子数識別測定手法を提案するとともに、光子数識別能 (Fig.2) ・時間分解能を実験的に推定した。本発表では提案手法の説明と実験結果について紹介する。

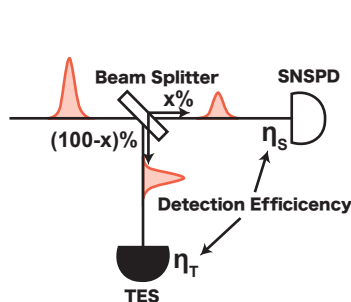


Figure 2 提案手法

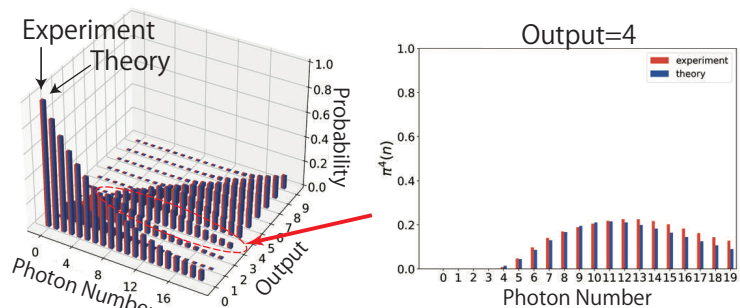


Figure 1 POVM の理論値と実験値 (左)全体 (右)Output=4

* $x=44\%$, $\eta_s = 28.8\%$, $\eta_T = 44.6\%$

参考文献

[1] M. Endo, T. Sonoyama *et al.*, Opt. Express **29**, 11728-11738 (2021) [2] A. Lamas-Linares, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **102**, 231117 (2013)