

シングルピクセル超伝導ナノワイヤ光子検出器の光子数識別性能評価

The Evaluation of Photon Number Resolving Detection

using Single Pixel Superconducting Nanowire Photon Detector

東大工¹, 情報機構², 神戸大³ ○園山 樹¹, 遠藤 護¹, 松山 幹尚¹, 岡本 史也¹, 三木 茂人^{2,3},
寺井 弘高², 藪野 正裕², 知名 史博², 古澤 明¹

Univ. of Tokyo¹, NICT², Kobe Univ.³, ○Tatsuki Sonoyama¹, Mamoru Endo¹, Mikihiisa Matsuyama¹,
Fumiya Okamoto¹, Shigehito Miki^{2,3}, Hirotaka Terai², Masahiro Yabuno², Fumihiro China²,
Akira Furusawa¹

E-mail: sonoyama@alice.t.u-tokyo.ac.jp

超伝導ナノワイヤ型光子検出器 (SSPD) は超伝導体が光を吸収した際に常伝導状態に転移することを利用して光子を検出する測定器である。SSPD は光を吸収するとホットスポットと呼ばれる常伝導状態領域を生じるため、その際の抵抗値の変化を出力として読み出すことで光子を検出できる。従来 SSPD は 80%以上の高い量子効率と低暗計数率、低ジッター、高速動作性などの優れた特徴を持っており、高性能な単一光子検出器として利用されてきた。

しかしながら、近年量子情報処理分野（光量子通信、光量子計算等）では単一光子検出だけではなく光子数識別に期待が高まっている。特に、光量子計算分野における重要な量子状態の生成には光子数識別が欠かせない。そのため、SSPD を用いて光子数識別を行う様々な手法（マルチチャネル SSPD の方法[1]、時間領域多重の方法[2]、複数光子を検出するため低バイアス電流で SSPD を動作させる方法[3]等）が提案、実証されてきた。そして近年、先行研究によって出力電圧の立ち上がり時間が吸収光子数に依存し、それによる光子数識別が可能であることが示された[4]。これは Fig. 1(a)に示している通り超伝導体が光子を吸収した際に生成されるホットスポットの数が吸収光子数 n と一致し、光子を検出した際の SSPD の抵抗値 nR_{HS} が光子数に依存するためである。

SSPD の立ち上がり時間による光子数識別は発展途上の技術であるが、4~5 光子まで識別可能な高い光子数識別能と従来の SSPD のメリットである高速応答性を併せ持っているため、高速な光量子計算との相性が良く注目されている。我々のグループは、Fig. 1(b)に示す通り SSPD の立ち上がり時間による光子数識別能の評価として検出器の応答を記述する POVM の推定を行った。POVM は多数の既知の入量子状態とその観測結果をもとに検出器トモグラフィと呼ばれる手法によって推定できる[5]。本講演では、SSPD の光子検出の仕組みと POVM 推定、及び光量子計算への応用可能性について発表する予定である。

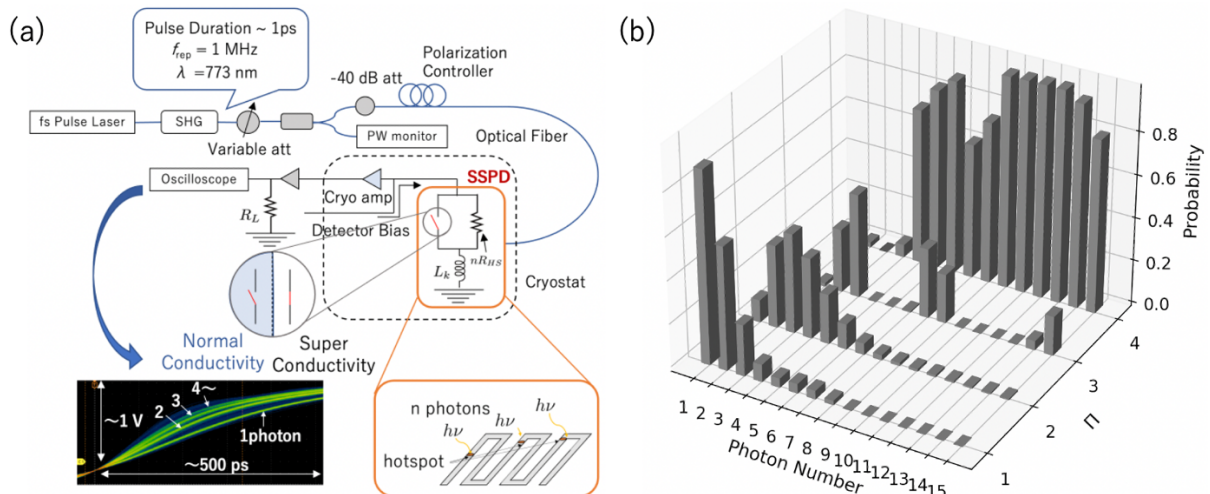


Fig. 1(a) Schematic diagram of photon number resolving detection using SSPD

(b) POVM diagonal elements reconstructed by detector tomography

[1] E. A. Dauler *et al.*, Opt. 56, 364 (2009). [2] R. Kruse *et al.*, Phys. Rev. A 95, 023815 (2017). [3] D. Bitauld *et al.*, Nano Lett. 10, 2977 (2010). [4] C. Cahall *et al.*, Optica 4,12(2017). [5] A. Feito *et al.*, New J. Phys. 11 093038(2009)