

超伝導ナノワイヤ単一光子検出器アレイのための SQUID スタック型信号合流器の評価

Evaluation of SQUID-stack signal mergers

for superconducting nanowire single-photon detector arrays

横国大理工¹, 横国大 IAS²

°(M2)山崎祐一¹, 竹内尚輝², 吉川信行^{1,2}

Dept. of Electrical and Computer Eng., Yokohama Natl. Univ.¹, IAS, Yokohama Natl. Univ.²

°Yuichi Yamazaki¹, Naoki Takeuchi², and Nobuyuki Yoshikawa^{1,2}

E-mail: yamazaki-yuuiti-ps@ynu.jp

超伝導ナノワイヤ単一光子検出器 (Superconducting nanowire Single-Photon Detector: SSPD) [1] は、高い検出効率と低いタイミングジッタで単一光子を検出することができる。SSPD は様々な研究分野に利用されており、更なる応用のため、多ピクセルの SSPD アレイの開発が行われている。これらの実現のためには、時間分解能が高く熱負荷の小さい、効率的な読み出し回路の実現が不可欠である。

そこで我々は、高速動作性に優れた単一磁束量子 (RSFQ) 回路と、低い消費電力と供給電流量で動作する断熱量子磁束パラメトロン (AQFP) 回路 [2] をハイブリッドした読み出し回路 [3] を研究している。提案した読み出し回路を Fig. 1 に示す。光子を検出した際に SSPD から出力されるパルス電流は、AQFP 回路でサンプリングされ、ピクセル位置を示すアドレス信号が出力される。さらに、SSPD パルス電流は SQUID スタックに磁気結合されており、パルス検知に伴い電流信号が DC/SFQ コンバータに入力され、SFQ パルス列が生成される。先頭の SFQ パルスが電圧ドライバを有電圧状態にスイッチさせるため、電圧ドライバの出力信号の立ち上がりから、SSPD アレイの時間情報を知ることができる。

今回は、大規模 SSPD アレイの読み出しに向けて、128 個の SQUID スタックの特性をシミュレーションを用いて評価した。シミュレーション結果を Fig. 2 に示す。各入力を印加した際、DC/SFQ コンバータから SFQ パルス列が生成されており、SSPD パルスが正常に読み出されていることが分

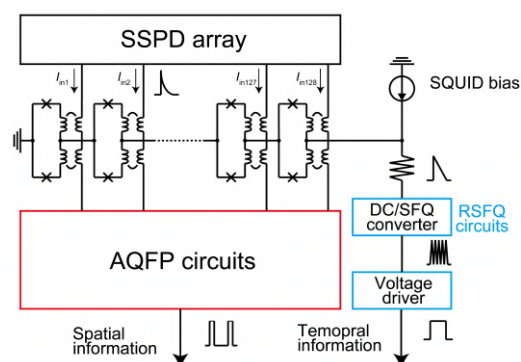


Fig. 1 Schematic of an SSPD readout circuit.

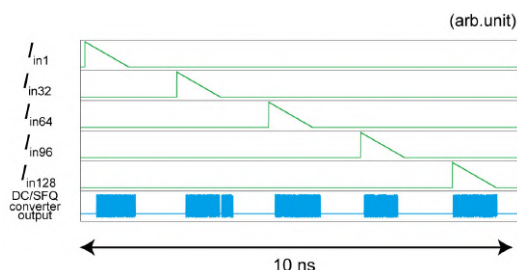


Fig.2 Simulation results of a SQUID-stack merger.

かる。発表当日は、SQUID スタックの最小入力、バイアスマージン、タイミングジッタの評価結果についても報告する。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 (18H05245, 19H05614) の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] G. N. Gol'tsman, *et al.*, Appl. Phys. Lett. 79(6), 705–707, 2001.
- [2] N. Takeuchi, *et al.*, Supercond. Sci. Technol. 26, 035010, 2013.
- [3] N. Takeuchi, *et al.*, Opt. Express. Technol. 28(11), 15833, 2020.