

## 波長 2 $\mu\text{m}$ における超伝導ワイドストリップ光子検出器の特性評価

### Evaluation of the superconducting wide strip photon detector for 2 $\mu\text{m}$ wavelength band

情通機構 ○藪野 正裕, 知名 史博, 寺井 弘高, 三木 茂人

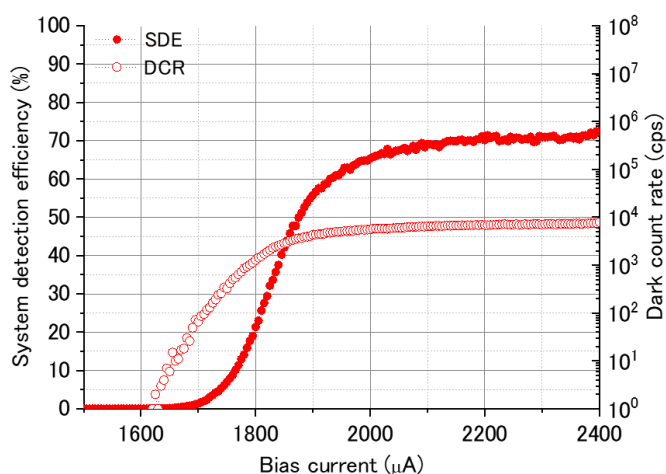
NICT ○Masahiro Yabuno, Fumihito China, Hiroataka Terai, Shigehito Miki

E-mail: masahiro.yabuno@nict.go.jp

超伝導ナノストリップ光子検出器(SNSPD)は、波長 1.55  $\mu\text{m}$  帯を主対象として研究され、90%を超える検出効率などの優れた性能から量子情報技術に不可欠な技術となった。さらに近年では、より長波長の赤外領域での光子検出への応用が注目されており、波長 2  $\mu\text{m}$  帯は、LIDAR による空間イメージングや大気環境計測、自由空間光通信、光集積回路、赤外線天文観測などの多彩な分野への応用が期待されている領域である。このような、光エネルギーが小さい、より長波長の赤外光子の高効率検出を実現するには、ナノストリップの線幅のさらなる微細化が現在の研究開発の主な方向性の一つであるが[1, 2]、そこでは微細加工技術の高度化が大きな課題となる。

一方で、最近我々は、独自考案の高臨界電流バンク(HCCB)構造の超伝導ストリップを用いた、線幅 20  $\mu\text{m}$  の超伝導ワイドストリップ光子検出器(SWSPD)を開発し、広い線幅の超伝導ストリップでも波長 1.55  $\mu\text{m}$  の光子を高効率・低暗計数で検出可能なことを実証した[3]。さらに、この素子の検出効率のバイアス電流依存性は広い飽和領域を示し、より長波長の光子の検出可能性をも示すものであった。そこで、今回我々は、波長 2  $\mu\text{m}$  用に光キャビティを再設計した HCCB-SWSPD を新たに作製し、波長 2  $\mu\text{m}$  の光子に対する検出特性を評価したので報告する。

厚さ約 6 nm の NbTiN 薄膜を用いて線幅 20  $\mu\text{m}$  の HCCB-SWSPD を作製した。受光部サイズは 18×18  $\mu\text{m}^2$  であり、両側部に幅 1  $\mu\text{m}$  の HCCB 領域を備える。素子は裏面入射型の光キャビティ構造を有し、波長 2  $\mu\text{m}$  での光子吸収率を最大化するように誘電体層の膜厚を設計した。図 1 に温度 0.76 K で測定した波長 2  $\mu\text{m}$  の光子に対する検出効率と暗計数率のバイアス電流依存性を示す。検出効率曲線は飽和に達しており、波長 2  $\mu\text{m}$  においても内部効率が 100%に達することが確認された。システム検出効率は約 70%であり、暗計数率は約 7,000 cps であった。暗計数は主に黒体輻射による外因性のものであり、光学的手法により低減の余地がある。この結果は、汎用的なフォトリソグラフィ技術で作製可能な広い線幅の超伝導ストリップを用いた、より長波長領域における光子検出器開発の可能性を拓くものである。



**Fig. 1** Bias current dependences of the system detection efficiency and dark count rate at 2  $\mu\text{m}$  wavelength.

**(謝辞)** 本研究の一部は、JSPS 科研費(22H01965)、JST ムーンショット型研究開発事業(JPMJMS2066)、MEXT Q-LEAP(JPMXS0118067634)の助成を受けて実施された。

[1] J. Chang *et al.*, *Photon. Res.* **10**(4), 1063-1070 (2022). [2] F. China *et al.*, *Opt. Express* **31**(12), 20471-20479 (2023). [3] M. Yabuno *et al.*, *Optica Quantum* **1**(1), 26-34 (2023).