

アバランシェ型超伝導ナノワイヤ単一光子検出素子における 光子検出動作の系統評価

Systematic investigation of photon detection mechanism in superconducting nanowire avalanche single photon detector

情通機構, °三木 茂人, 藪野正裕, 山下 太郎, 寺井 弘高

NICT, °S. Miki, M. Yabuno, T. Yamashita, H. Terai

E-mail: s-miki@nict.go.jp

1. はじめに

アバランシェ型超伝導ナノワイヤ単一光子検出素子(Superconducting Nanowire Avalanche Photon detector: SNAP)は、超伝導ナノワイヤが N 個並列配置された受光部と、ナノワイヤ受光部にアバランシェ現象を引き起こすためのナノインダクタ部から構成され、従来型の超伝導ナノワイヤ単一光子検出素子(Superconducting Nanowire Single Photon Detector: SSPD)に比べて N 倍の出力利得が得られる為、検出効率とタイミングジッタなどのトレードオフ関係を解消することが可能な構造として期待されている。しかしながら、SNAP において安定してアバランシェ動作する為の素子構造や、インダクタンス成分が応答速度に与える影響など、検討すべき課題が存在する。そこで本研究では、異なるナノワイヤ配置構成やナノインダクタンスを有した 2-SNAP の検出動作について系統的な評価を行ったので報告する。

2. 実験結果

図 1 に今回作製した異なる 2 種類の 2-SNAP 素子のナノワイヤ配置構成概略図を示す。図に示すようにタイプ A はメアンダ状のナノワイヤが 2 並列に配置されており、タイプ B は 2 並列に配置されたナノワイヤが直列に接続されることにより受光部を形成している。また、両タイプとも負荷側への電流の分流を抑制し、アバランシェ動作を引き起こしやすくするためのナノインダクタ部も設置される。2-SNAP 素子は、 SiO_2 熱酸化膜付 Si 基板上に、膜厚 5 nm、線幅 80nm の NbTiN ナノワイヤ受光部(受光部サイズ: $15\mu\text{m} \times 15\mu\text{m}$)と、線幅 300nm のナノインダクタ部を形成した。図 2 に波長 1550nm における、タイプ A、B の異なる 2-SNAP 素子の検出効率のバイアス電流依存性を示す。測定結果から、タイプ A はアバランシェ動作を引き起こすために必要なバイアス電流値(I_{AV})が $0.8I_C$ 付近に存在するのに対して、タイプ B では、より低いバイアス電流領域でも検出動作していることが分かった。これは、応答したナノワイヤ部以外がチョークインダクタとして機能している為と考えられる。講演ではナノインダクタ部が検出動作に及ぼす影響など、より詳細な評価結果についても報告する。本研究は JSPS 科研費 (課題番号 16H02214)の助成により行われた。

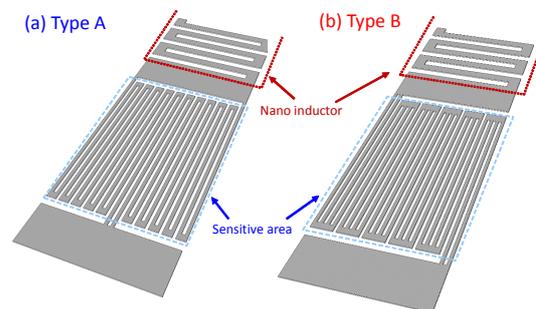


Fig.1 Schematic configuration of two types of 2-SNAP.

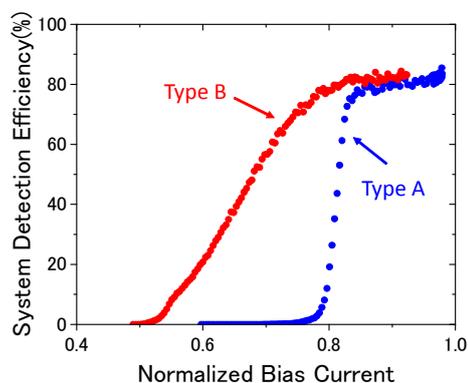


Fig.2 Detection efficiency versus normalized bias current for two different types of 2-SNAP.