

インターリーブ型 4 エLEMENT 超伝導単一光子検出素子の特性評価

Characterization of interleaved four elements superconducting single photon detector

情通機構, °三木 茂人, 山下 太郎, 寺井 弘高

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

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

1. はじめに

超伝導ナノワイヤ単一光子検出器(SSPD)は、高検出効率、低暗計数、高時間分解能といった優れた特徴を有していることから[1]、量子情報通信、蛍光相関分光、レーザ測距技術やレーザ光通信などへの応用研究分野で既に用いられている。このような中、SSPD の問題点の一つとして、長い超伝導ナノワイヤに起因する寄生インダクタンス(L_k)成分により、最大計数率が律速されてしまう事が挙げられる。これを解決するために、SSPD 素子を多分割することでエレメントあたりの L_k 、および光子到来確率の低減が考えられる。そこで、今回は各エレメントへの光子到来イベントがほぼ同確率となるインターリーブ型 4 エLEMENT SSPD 素子の作製を行い、特性評価を行ったので報告する。

2. 実験結果

図 1 に作製されたインターリーブ型 4 エLEMENT SSPD 素子の SEM 像を示す。SSPD 素子は膜厚 240nm の SiO_2 熱酸化膜が形成された Si 基板上に、4 本の NbTiN ナノワイヤ(線幅 80nm、ナノワイヤ間隙 80nm)が受光部面積 $15\mu\text{m} \times 15\mu\text{m}$ 角中に入れ子構造で配置されるように設計・作製された。また、NbTiN ナノワイヤ上には光吸収率を向上するための光キャビティ構造が付与されている。作製された SSPD 素子は通信波長帯用シングルモードファイバとの高効率光結合が可能なパッケージに実装され、GM 冷凍機システムにより動作温度約 2.3K 程度まで冷却された。表 1 に素子の超伝導スイッチング電流(I_{sw})、 $\lambda=1550\text{nm}$ におけるシステム検出効率(SDE)、および L_k 特性の測定結果を示す。多少のばらつきは存在するものの、各エレメントにわたって様な特性が得られており、システム検出効率は各エレメントの値を合計すると 63.7%と高い値が得られている。また、各エレメントの寄生インダクタンスも同じナノワイヤ設計を有した単エレメント素子に比べて、1/4 程度の低減が見られており、高速動作への足がかりとなる特性が得られた。詳細は講演で報告する。

[1] S. Miki et. al., Opt. Exp. ,22, 7811 (2014).

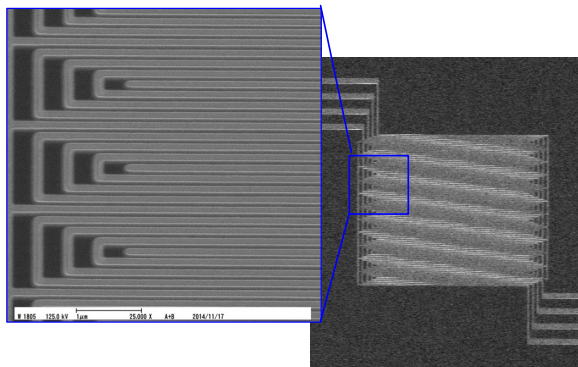


図 1. インタリーブ型 4 エLEMENT SSPD 素子の SEM 観察像

表 1. SSPD 素子の超伝導スイッチング電流(I_{sw})、検出効率(SDE)、および寄生インダクタンス(L_k)

	I_{sw} (1A)	SDE (%)	L_k (μH)
単ピクセルSSPD(比較用)	17.2	78.0	1.56
インタリーブ型 4エレメンSSPD	CH-A	18.6	16.6
	CH-B	20.8	16.5
	CH-C	18.0	15.9
	CH-D	18.6	14.7