

16 エLEMENT超伝導ナノワイヤ単一光子検出システムの開発 I

Development of superconducting nanowire single photon detector system I

情通機構¹, 神戸大² ○三木 茂人^{1,2}, 宮嶋 茂之¹, 藪野 正裕¹, 知名 史博¹, 寺井 弘高¹

NICT¹, Kobe Univ.² ○S. Miki^{1,2}, S. Miyajima¹, M. Yabuno¹, F. China¹, and H. Terai¹

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

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、低タイミングジッタといった優れた特徴を有しているが、課題点の一つとして、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。SSPD 素子受光部の多分割アレイ化は課題解決の有効なアプローチであり、エレメントあたりの L_k 、および光子到来確率が低減するにより最大計数率の向上が可能となる。そこで我々は、超伝導単一磁束量子回路を用いた高速多重化回路を適用した 16 エLEMENT SSPD システムの開発を行っている。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 16 エLEMENT SSPD 素子の設計・作製を行い、特性評価を行ったので報告する。

16 エLEMENT 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、16 本の NbTiN ナノワイヤ(線幅 100nm、ナノワイヤ間隙 100nm)が受光部面積 $15 \times 15 \mu\text{m}$ 角中にインターリーブ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。各エレメントの超伝導スイッチング電流(I_{sw})の測定を行ったところ、16 エLEMENT 中 2 エLEMENT はナノワイヤ外の配線部分でエッチング不良による短絡となってしまったが、残りの 14 エLEMENT において、ほぼ均一な I_{sw} (20 - 21 μA) が得られた。Fig.1 にある一つのエレメントの、 $\lambda=1550\text{nm}$ におけるシステム検出効率(SDE)、および暗計数率のバイアス電流依存性の測定結果を示す。図から分かるようにシステム検出効率のバイアス電流依存性において飽和領域がみられ、5%を超えるシステム検出効率を得られている。また、検出効率のばらつきは存在するが、各エレメントにわたって同様のバイアス電流依存性が得られており、各エレメントの値を合計すると 50%以上の高いシステム検出効率を得られている。また、単エレメント素子に比べて、出力パルス幅の低減も観測しており、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。

謝辞：本研究は JST-CREST(No. JPMJCR1671)、科研費基盤 B(19H02206)の研究助成を受けて実施された。

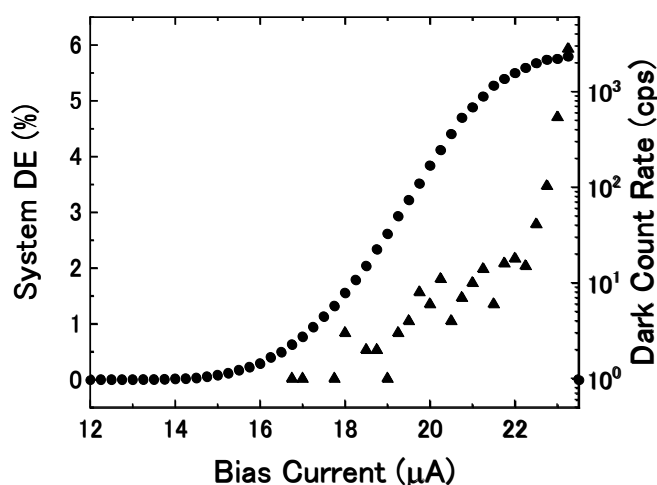


Fig. 1 System DE and dark count rate as a function of bias current of one of 16 element SSPD device