16 エレメント超伝導ナノストリップ単一光子検出システムの開発 II

Development of 16 element superconducting nanostrip single photon detector system II

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]

NICT [1], Kobe Univ. [2] ○S. Miki[1,2], S. Miyajima[1], M. Yabuno[1], F. China[1], and H. Terai[1]

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

超伝導ナノストリップ(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、長い超伝導ナノストリップに起因する寄生インダクタンス(L_k)成分により、動作速度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ことにより動作速度の向上が可能となる。そこで我々は、超伝導単一磁束量子(SFQ)回路を用いた高速多重化回路を適用した 16 エレメント SSPD システムの開発を行っている。前回我々は、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 エレメント SSPD 素子の設計および作製を行い、通信波長帯(1550nm)において全エレメント合計で 75.9%のシステム検出効率が得られた。今回は、この 16 エレメント SSPD 素子と、16 入力 SFQ 多重化回路を同一冷凍機内に実装し、高速動作評価を実施したので報告する。

16 エレメント SSPD 素子および 16 入力 SFQ 多重化回路は同一パッケージ内に実装され、同パッケージ内 PCB 基板上のマイクロストリップ線路を介して接続された。16 エレメント SSPD 素子への光入射はパッケージに固定された光ファイバ端から照射されるが、今回は各ピクセルへの光子入射確率をより均一にするために、ファイバ端は SSPD 素子から十分に離れた距離(>2mm)で固定した。16 入力 SFQ 多重化回路は、SSPD からの信号を SFQ に変換する入力インタフェースおよび OR 回路で構成されており、いずれの入力ポートに信号が入力されても、SFQ 回路から信号が発生するような機能を有する。SFQ からの出力パルス幅は半値全幅(FWHM)で 0.62 ns 程度となっており、SSPD 本来の出力信号幅(>10 ns)よりも十分に短くなっている。実装されたパッケージは GM 冷凍機システムにより動作温度 2.3 K 程度まで冷却され、冷凍機内に導入されている光ファイバを介して、繰返し周波数 1 GHz のパルスレーザを用いて光子が入射された際の出力信号を観測した。Fig.1 は SFQ からの任意の出力パルスを起点とした後の、閾値電圧を超えた出力のヒストグラムを示している。すなわち、SFQ から連続した出力パルスが生じた際の応答性を意味する。Fig.1 から起点出力から 1ns 後の出力も観測できていることから、連続パルス間隔が 1 ns でも、時間的に分解して検出できる能力を有していることが分かる。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。

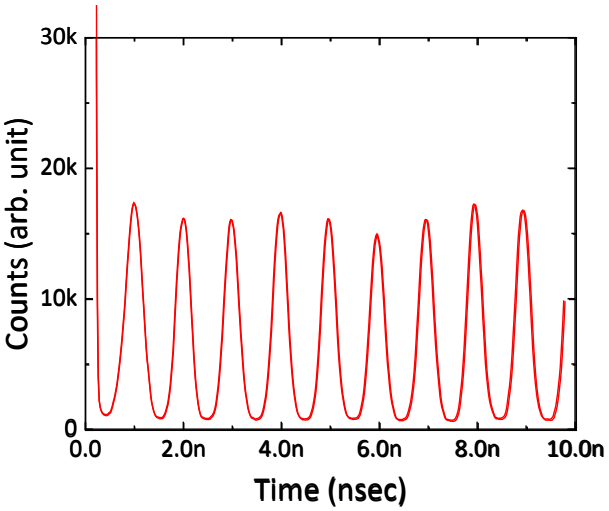

Fig. 1 Histogram of output signals from 16 elements SSPD system against the 1 GHz pulsed laser