SFQ 回路を用いた多チャンネル SNSPD システムの時間多重読出の実証

Demonstration of time multiplexing readout for multi-channel SNSPD system

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

近年、光量子計算や量子ネットワークの実現にむけた研究開発が進められているが、必要となる光子検出器の数が飛躍的に増大することは明らかである。超伝導ナノストリップを用いた単一光子検出器(SNSPD)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性能を有している為、これらの技術への適用が期待される。しかし、SNSPD は極低温冷凍機内での動作が必要不可欠であるため、導入する SNSPD の個数の増加に伴い、冷凍機内に導入するケーブルの本数も増加し、深刻な熱流入を引き起こしてしまうことが、SNSPD システムにおけるチャンネル数増加を妨げる要因となる。そこで今回は、複数個の SNSPD への光入力を時間軸上に並べる操作と、非同期で動作する SFQ 時間多重回路を組み合わせる事によって、各 SNSPD からの出力を一本の出力ラインで高速に読み出すことが可能な方式を新たに提案し、その動作実証を報告する。

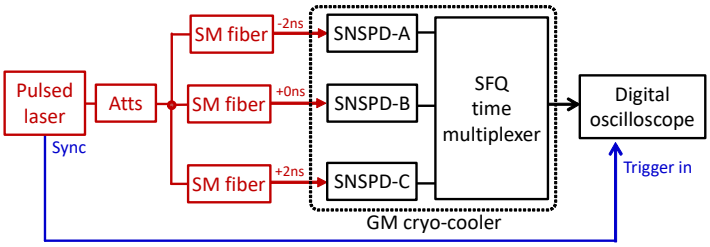

Fig. 1. Schematic configuration of SNSPD multiplexing system

図 1 に実証試験におけるシステム構成を示す。シングルモード(SM)ファイバと光結合された 3 個の SNSPD-A、SNSPD-B、SNSPD-C はギフォードマクマホン(GM)冷凍機内に実装され、各 SNSPD からの出力は同じ冷凍機内に実装された 4 入力 SFQ 時間多重回路に接続された。SFQ 時間多重回路は、いずれの入力ポートに SNSPD からの出力信号が入力されても、半値全幅 0.6 ナノ秒程度のパルスを出力する。また、各 SNSPD への光子の入射タイミングが 2 ナノ秒毎の時間差を有するように長さの異なる SM ファイバを介して光入射を行った。これにより、SNSPD からの出力信号も 2 ナノ秒の時間差で SFQ 多重化回路に入力されることになるため、SFQ 多重化回路からは、各 SNSPD に対応したパルス出力が 2 ナノ秒毎に時間軸上に配列した形で出力される。図 2 に波長 1550 nm のフェムト秒パルスレーザを入射光源として使用した際に観測された出力パターンを示す。各 SNSPD からの出力が 2 ナノ秒間隔のパルス出力として時間軸上に明瞭に分離された状態で出力されている事が分かる。詳細は講演で報告する。

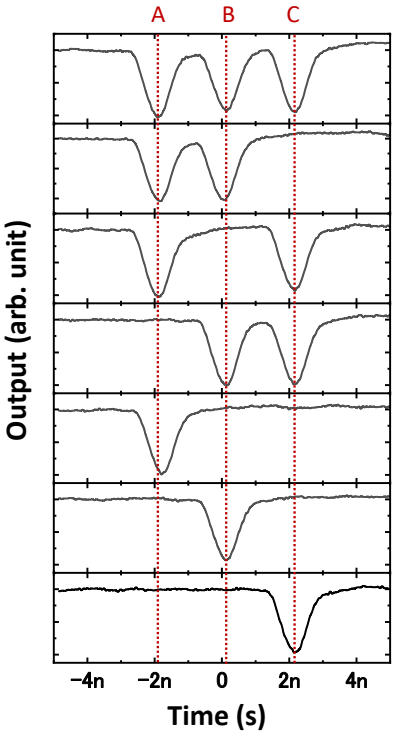

Fig. 2. Multiplexed output patterns

謝辞：本研究は、JST ムーンショット型研究開発事業(JPMJMS2066)、JSPS 科研費(JP18H05245, JP19H02206, JP19K15472); JST-CREST (JPMJCR1671)の支援を受けて実施された。