超伝導ナノワイヤ単一光子検出器と単一磁束量子回路を用いた光子数識別システムの開発

Development of a photon-number resolving system by using superconducting nanowire single-photon detectors and a single flux quantum circuit

情通機構 [1]，神戸大 [2]　○宮嶋 茂之 [1]，知名　史博 [1]，三木 茂人 [1, 2]，藪野 正裕 [1]，寺井 弘高 [1]

NICT [1], Kobe Univ. [2] ○Shigeyuki Miyajima[1], Fumihiro China[1], Shigehito Miki[1, 2], Masahiro Yabuno[1], and Hirotaka Terai[1]

E-mail: miyajima@nict.go.jp

ビームスプリッタ(BS)を用いた光子干渉・光子数識別技術は光量子情報通信技術及び量子計算における基本要素であり、近年、高検出効率・低暗計数率・低ジッタ特性を有した超伝導ナノワイヤ単一光子検出器(SSPD)を用いる事で、高い忠実度を有したホン-オウ-マンデル(HOM)干渉の観測に成功している。我々は更に高い時間精度を有する光子干渉計・光子数識別システムを目指して、低ジッタ性を有する単一磁束量子(SFQ)回路を用いた HOM 干渉計及び光子数が 2 個まで計数できる後段信号処理回路の開発を行い、回路の単体動作実証に成功した[1]。本稿では開発した SFQ 光子数識別回路と SSPD を同一の GM 冷凍機内で接続し、少数光子数識別システムの動作実証を試みた。開発した SFQ 光子数識別回路は入力ポートとして 2 個の磁気結合型 DC/SFQ converter (MC-DC/SFQ converter)を有しており、それぞれ 1 ピクセルの SSPD と接続されている。光子源としてフェムト秒パルスレーザを用いており、減衰器、BS を介して経路を 2 つに分割した後に、光遅延線、偏光子を介して SSPD へと光子を照射する測定系を用いた。SFQ 光子数識別回路では、ある時間窓内に 2 つの SSPD からの信号が到達すると同時検出したという情報を持つ信号を出力する。今回の実験では SFQ 光子数識別回路の時間窓が機能しているかを確認するために一方の SSPD に接続されている光遅延線を固定、もう一方の SSPD に接続されている光遅延線を掃引して SFQ 光子数識別回路からの出力信号を観測した。Fig. 1 は 2 ピクセルの SSPD への光照射の時間差に対する SFQ 光子数識別回路からの同時検出信号を規格化した計数値のグラフである。この結果は開発した SFQ 信号処理回路が SSPD と接続した状態で、ある特定の時間窓で 2 個まで光子数を識別できていることを意味している。また、時間窓は SFQ 光子数識別回路内で時間窓を調整するためのバイアス制御線を独立に用意しており、そのバイアス電流量によって時間窓を調整できることを確認した。実験及び結果の詳細は講演で報告する。

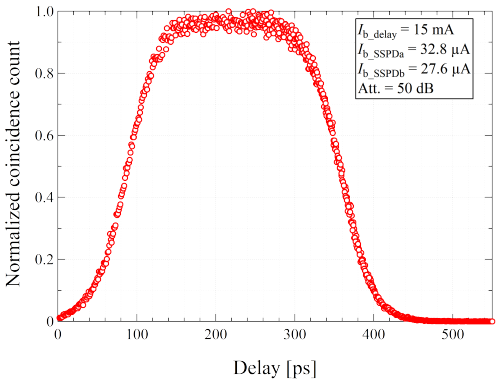

Fig. 1 Observed time window of the SFQ photon-number resolving circuit connected with 2-pixel SSPDs.

[1] 宮嶋 茂之 他、第 80 回応用物理学会秋季学術講演会、20p-C213-13

謝辞　本研究の一部は JST CREST (JPMJCR1671)、JSPS 科研費(JP19H02206、JP19K15057)の助成を受けたものである。また本研究に使用された回路は、産業技術総合研究所(AIST)の超伝導クリーンルーム(CRAVITY)において作製された。

© 2020年 応用物理学会