

高臨界電流密度プロセスを用いた 単一磁束量子回路に基づく同時計数回路

Coincidence circuit based on single-flux-quantum circuit
by using high critical current density fabrication process

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

NICT¹, Kobe Univ.², °Shigeyuki Miyajima¹, Hirotata Terai¹, Masahiro Yabuno¹, Shigehito Miki^{1,2}

E-mail: miyajima@nict.go.jp

2光子同時計数測定は、光干渉を用いる光量子技術を構成するための基本要素である。近年、高検出効率・低暗計数率・低ジッタ特性を有する超伝導ナノストリップ光子検出器(SNSPD)を用いた同時計数測定により、高い忠実度を有したホン-オウ-マンデル(HOM)干渉の観測が実現している。一方で、SNSPDを用いた同時計数測定のさらなる時間精度の向上および高速動作の実現には、低ジッタと高速性を兼ね備えた同時計数回路が必要不可欠である。これを実現するために我々は、単一磁束量子(SFQ)回路を用いた2入力同時計数回路について開発を行っている。本稿ではジョセフソン接合の臨界電流密度が 10 kA/cm^2 のプロセスを採用することで、SFQ回路自身及び入力インターフェース回路である磁気結合型 DC/SFQ converter (MC-DC/SFQ converter)のジッタの低減を図った。入力された2つの信号の同時性を検出する際に Confluence Buffer (CB)を用いた場合だと、2入力の時間差が数 ps の場合に誤動作を生ずる可能性があるため、AND ゲートを用いた[1]。時間窓はジョセフソン伝送路(JTL)を用いて 30 ps, 100 ps, 200 ps の3種類を1つの回路内に搭載しており、実験時には独立に用意されたバイアス供給線を用いて1つの時間窓を選択して動作させる。また、2入力に対する同時計数出力だけでなく、各入力端子からの信号確認用の出力端子を実装した。Fig. 1 に作製された2入力同時計数回路の顕微鏡写真を示す。冷却能力が 0.1 W の Gifford-McMahon (GM)冷凍機に実装して外部から信号を与えて回路動作評価を行った。この回路には、回路内部において信号を2分岐する端子も用意されており、SFQ回路内部のジッタだけで決まる時間窓と、MC-DC/SFQ converter のジッタを含めた時間窓を観測することが可能である。どちらを使用した場合においても、設定された時間窓内において同時計数出力が得られていることを確認した。講演では実験及び結果の詳細を報告する。

[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 本研究の一部は文部科学省光・量子飛躍フラッグシッププログラム(Q-LEAP) JPMXS0118067634 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、国立研究開発法人産業技術総合研究所の超伝導量子回路試作施設 (Qufab) において作製された。

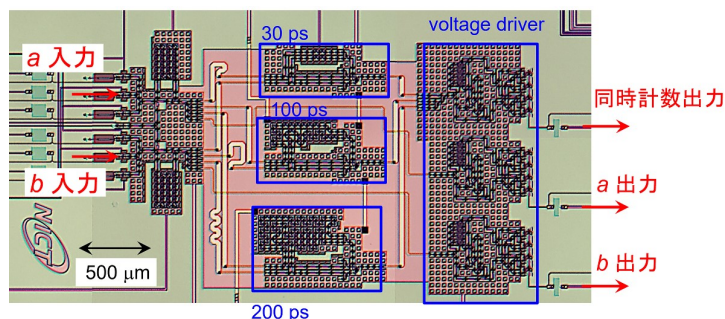


Fig. 1. 臨界電流密度が 10 kA/cm^2 のプロセスで作製された2入力 SFQ 同時計数回路の顕微鏡写真。