

遅延線クロッキングを用いた 断熱磁束量子パラメトロンの低レイテンシ動作実証

Low-latency operation of adiabatic quantum-flux-parametron using delay-line clocking

横浜国大 ○竹内 尚輝, 可 魚行, 吉川 信行

Yokohama Natl. Univ., ^oNaoki Takeuchi, Yuxing He, Nobuyuki Yoshikawa

E-mail: takeuchi-naoki-kx@ynu.ac.jp

断熱磁束量子パラメトロン (AQFP) [1] は、断熱スイッチを利用することで、極めて小さな消費エネルギーで動作が可能である。これまでに、接合当たりわずか $24k_B T$ ($k_B T$: 熱エネルギー) の消費エネルギーでの動作が報告されており [2]、究極的にエネルギー効率の良いデジタル回路が実現できると考えられる。しかしながら、AQFP 回路は多相の交流励起電流で駆動されるため、ゲート当たりのレイテンシが比較的長い (e.g., 50 ps at 5 GHz) という問題があった。そこで我々は、AQFP 回路を低レイテンシで駆動させるための方法として遅延線クロッキングを提案した。本研究では、実験により AQFP 回路の低レイテンシ動作を実証する。

図1に、遅延線クロッキングを用いてバッファチェーンを駆動する際の回路図を示す。励起電流 I_x は、各バッファ間を遅延時間 T だけ遅れて伝搬する。 T の値は、ジョセフソン接合の時定数より大きければ良いので、例えば数 ps にも設定できる。このため、遅延線クロッキングを用いることで、非常に小さなレイテンシで各バッファは動作することができる。AIST の HSTP プロセスを用いて、遅延線クロッキング ($T=10$ ps) を採用した AQFP バッファチェーンを作製し、4 GHz において動作テストを行った(図2)。以上より、AQFP 回路が低レイテンシで動作することを示した。

本研究は JSPS 科研費の助成 18H01493、
26220904 を受けたものである。本研究に使用さ

れたデバイスは、(独)産業技術総合研究所 (AIST) の超伝導クリーンルーム CRAFTY において作製された。

- [1] N. Takeuchi et al., *Supercond. Sci. Technol.* **26**, 035010 (2013).
- [2] N. Takeuchi et al., *Appl. Phys. Lett.* **114**, 042602 (2019).

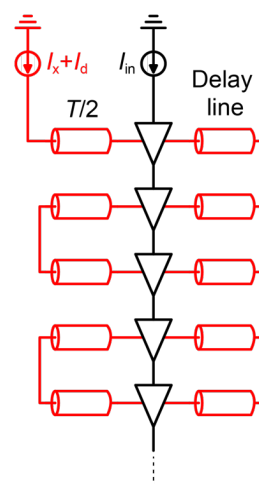


図 1. 遅延線クロッキングを用いたバッファチェーン。

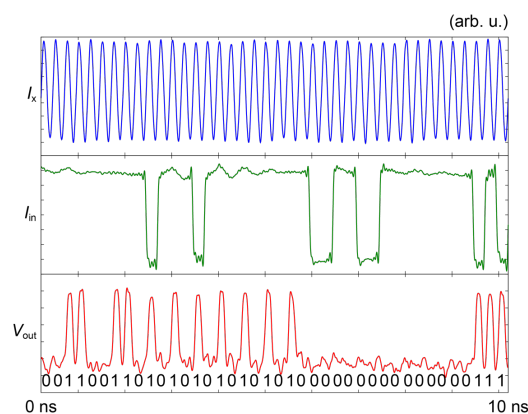


図 2. 4 GHz における動作テスト。