

# 局地磁束バイアスを用いた超伝導単一磁束量子回路の設計と評価

Design and evaluation of single flux quantum circuits using local flux bias

横国大理工 ○(B) 浅田 峻汰<sup>1</sup>, 山梨 裕希<sup>1</sup>, 吉川 信行<sup>1</sup>

Yokohama Natl. Univ.<sup>1</sup>, <sup>○</sup>Shunta Asada<sup>1</sup>, Yuki Yamanashi<sup>1</sup>, Nobuyuki Yoshikawa<sup>1</sup>

E-mail: asada-shunta-sw@ynu.jp

超伝導単一磁束量子回路の高性能化する手段のひとつに超伝導位相シフタを用いることが上げられる。超伝導位相シフタとは超伝導体中の巨視的波動関数の位相をシフトする素子である。この素子を単一磁束量子回路に導入することで回路動作の安定化や位相シフトによる省面積化、バイアス電流や磁束の削減といった効果が期待できる[1]。先行研究では位相シフタとして $\pi$ ジョセフソン接合[2]や受動位相シフタ[3]を用いた研究が行われているが回路作製が困難という問題がある。本研究では磁束量子を蓄えるストレージループに磁束を印可することによって位相シフトを実現する局地磁束バイアスという方法を用いた。この方法は回路作製プロセスの変更や、回路冷却時の操作などをすることなくチップ上に配置された 1 本の磁束バイアス線に電流を流すことによって、チップ上の回路の複数の箇所でも位相シフトをすることができる。本研究では局地磁束バイアスを用いた論理ゲートを設計し回路の省面積化、低消費電力化を図った。

Fig. 1 に局地磁束バイアスを用いたストレージループを示す。局地磁束バイアスを用いた論理ゲートのストレージループでは、位相が  $\pi$  シフトしているとする初期状態においても等価的に磁束量子 ( $\Phi_0$ ) の半分がループに印可されることになるため、ループへの鎖交磁束量が  $-0.5\Phi_0$ ,  $0.5\Phi_0$  の状態を 2 状態の表現に用いることができる。また、この 2 状態はストレージループに流れる電流の向きが異なる。この特徴を用いると、局地磁束バイアスを導入した論理ゲートではストレージループのバイアス電流が不要となり、ストレージループのインダクタンスを小さくすることが可能である。このストレージループの構成法を用いて、局地磁束バイアスを

用いた相補出力 Delay Flip Flop (DFFC) および相補出力 Non Destructive Read Out を設計しシミュレーションによる評価を行った。発表当日は設計の詳細と設計した回路の評価について述べる。

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP18K04280 の助成を受けたものである。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、AIST-STP2 プロセスを用いて作製された。

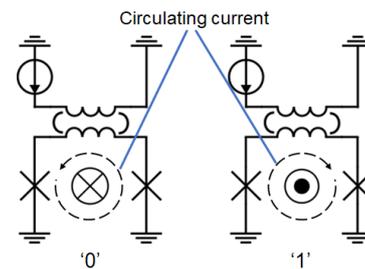


Fig. 1 Internal state of equivalent circuit of local flux bias

storage loop.

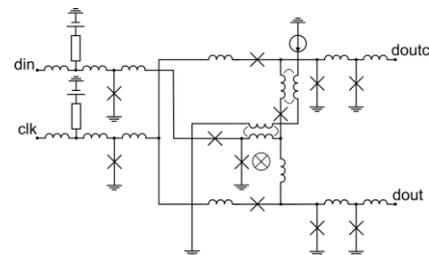


Fig. 2 Equivalent circuit of DFFC using local flux bias.

## 参考文献

- [1] T. Ortlepp, et al., IEEE TAS., 17, No. 2, 659-664, 2007
- [2] A. K. Feofanov et al., Nature Phys. Vol. 6, 593-597, 2010
- [3] D. Balashov, et al., IEEE TAS., 17, No. 2, 142-145, 2007