断熱型量子磁束パラメトロン回路を用いた 5 入力 Majority ゲートの設計と評価

Design and Evaluation of a Five-Input Majority Gate using Adiabatic Quantum Flux Parametron Logic

横国大理工¹,横国大 IAS²

○(B) 山﨑祐一¹,山栄大樹¹,竹内尚輝^{2.3},山梨裕希^{1,2},吉川信行^{1,2}

Dept. of Electrical and Computer Eng., Yokohama Natl. Univ.¹,

IAS, Yokohama Natl. Univ. ², JST-PRESTO³

°Yuichi Yamazaki¹, Taiki Yamae¹, Naoki Takeuchi^{2,3}, Yuki Yamanashi^{1,2}, and Nobuyuki Yoshikawa^{1,2} E-mail: yamazaki-yuuiti-ps@ynu.jp

現在、半導体集積回路で主に用いられている CMOS 回路における微細化による性能の向上は、消費電力の増大が問題である。そこで、半導体に代わる技術として注目されているのが超伝導回路である。我々は、中でも断熱型量子磁束パラメトロン (AQFP: Adiabatic Quantum Flux Parametron) 回路[1]の研究を行っている。AQFP回路は、バイアス抵抗を必要とせず静的な消費電力が無く、断熱的なエネルギーポテンシャルの変化によりスイッチング時の動的な消費電力は極めて低い。そのため、CMOS より5,6 桁低い消費電力で5~10 GHz の高速動作が可能である[2]。

AQFP 回路の基本的な論理ゲートである Majority ゲートは複数の入力信号のうち、多数派の論理状態を出力する。3 入力の場合の論理式は MAJ(A,B,C) = AB + BC + CA と表せる。AQFP 論理回路では、通常、3 入力の Majority ゲートが基本ゲートとして用いられているが、入力数の増大によりより複雑な回路を少ない段数で構成することができる。

今回、我々は5入力 Majority ゲートの設計を 行った。5入力 majority ゲートの合流部分のレ イアウトを Fig.1、シミュレーションにおける パラメータマージンと消費エネルギーを Fig. 2、 Fig. 3 に示す。十分なマージンと 3MAJ に対し わずかに大きな消費エネルギーでの動作を確 認できた。

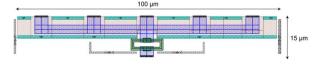


Fig. 1. Layout of the merge circuit for 5MAJ

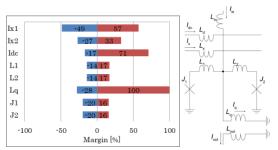


Fig. 2. Parameter margins of 5MAJ

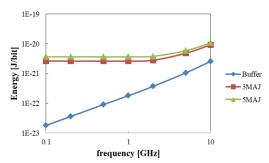


Fig. 3. Energy consumption of 5MAJ as a function of the clock frequency

謝辞

本研究に使用された回路は、AIST の CRAVITYにおいてSTP2を用いて作製された。 本研究は JSPS 科研費基盤研究 (S) (26220904) の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] N. Takeuchi, *et al.*, Supercond. Sci. Technol. 26, 035010, 2013.
- [2] N. Takeuchi, Y. Yamanashi, and N. Yoshikawa, Supercond. Sci. Technol., 28, 015003, 2015.