

断熱型磁束量子パラメトロン 多分岐 Splitter におけるゲート間相互作用の評価

Evaluation of Interaction between Large Fan-out Splitters and Other Gates on Adiabatic Quantum Flux Parametron Circuits

横国大院工¹, The CiS² 〇奈良間 達也¹, 竹内 尚輝¹, 辻 直樹¹, Thomas Ortlepp², 山梨 裕希¹, 吉川 信行¹

Faculty of Engineering, Yokohama National University¹

The CiS Research Institute for Microsensor Systems and Photovoltaics²

〇Tatsuya Narama¹, Naoki Takeuchi¹, Naoki Tsuji¹, Thomas Ortlepp², Yuki Yamanashi¹, Nobuyuki Yoshikawa¹

E-mail: narama-tatsuya-df@ynu.jp

半導体集積回路に代わる回路技術として、超伝導集積回路が注目されている。我々の研究している断熱型磁束量子パラメトロン (Adiabatic Quantum Flux Parametron; AQFP) 回路は、バイアス配線に抵抗が不要なため静的な消費電力を削減できる。更にバイアス電流の立ち上げ立ち下げをゆっくり行うことにより断熱的ポテンシャル変化を実現し、動的な消費電力を低減できる。その結果、AQFP 回路は RSFQ 回路に対して更に 3 桁低い消費電力で動作できる[1]。

AQFP 回路は、微小な入力電流により状態の決定が可能であり、他の超伝導集積回路にない大きな fan-out が得られると考えられる。前回の発表では fan-out 4 の Splitter の単体テスト回路、及び fan-out 8 の Splitter を含む 3 to 8 Decoder の正常動作について報告した [2]。今回は fan-out 8 以上の Splitter の正常動作に向け、Splitter 前後のゲートとの相互作用に着目し、Splitter 回路のシミュレーションやテスト回路の測定を行った。

シミュレーションの結果、Splitter の後段のゲートからの出力が Splitter へバックアクションを与え Splitter への入力電流を打ち消すことで、Splitter を構成する AQFP ゲートの素子マージンの減少や誤動作を生じていることがわかった(図 1)。このバックアクションは Splitter とその次段のゲートの間にインダクタンスを挿入することで削減でき、素子マージンを改善することができる(図 2)。この結果より fan-out 8 の Splitter テスト回路を作成し(図 3)、実験において安定動作が得られた。発表ではシミュレーション及び関連する回路の測定結果について報告する。

謝辞

本研究に使用された回路は、(独)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 2.5 kA/cm² Nb Standard Process 2 (STP2)を用いて作製された。

参考文献

[1] N. Takeuchi, et. al, IEEE Trans. Appl. Supercond.,

vol. 23, no. 3, 1700304, Jun. 2013.

[2] 奈良間達也他, “断熱型磁束量子パラメトロン回路のための Splitter 回路セルの設計” 2014 年度応用物理学会春季学術講演会, 17p-D4-2 奈良間達也, 他, 第 75 回 応用物理学会秋季学術講演会, 17p-20-4, 2014 年 9 月

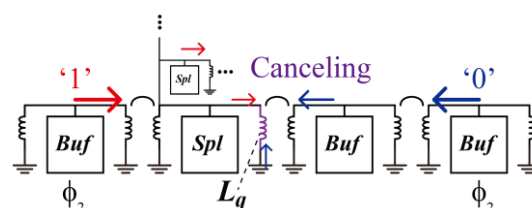


図 1 Splitter 後段のゲートの影響

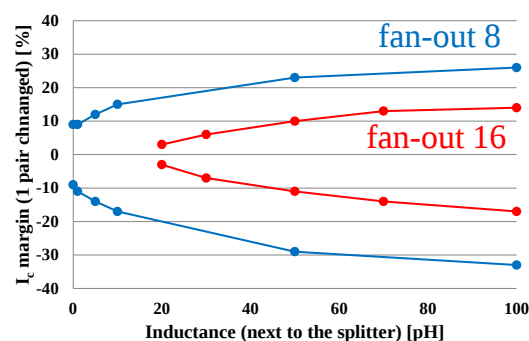


図 2 Splitter 直後のインダクタンスによる Splitter 内ゲートの I_c マージン特性

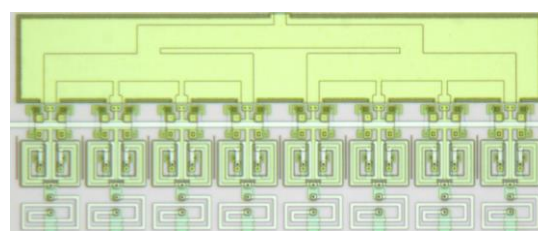


図 3 Splitter とゲート間インダクタンスのチップ写真