

直結式量子磁束パラメトロン回路における配線長の改善

Improvement of wiring length in directly-coupled quantum-flux-parametron circuits

横国大院理工¹, 横国大 IAS² ○(M2)石田 椋平¹, 竹内 尚輝², (D1)山栄 大樹¹, 吉川 信行^{1,2}

Dept. of Electrical and Computer Eng., Yokohama Natl Univ.¹, IAS, Yokohama Natl. Univ.²,

○Ryohei Ishida¹, Naoki Takeuchi², Taiki Yamae¹, Nobuyuki Yoshikawa^{1,2}

E-mail: ishida-ryohei-zr@ynu.jp

断熱量子磁束パラメトロン (AQFP) 回路は、半導体集積回路に比べ 6 桁ほど低い消費電力で動作させることが出来る[1]。現在、AQFP を用いた大規模な回路の動作実証が行われているが、より大きな回路を実現するためには、AQFP の小型化が望まれる。そこで、直結式量子磁束パラメトロン (DQFP) 回路が提案されている[2]。DQFP は、AQFP でデータ伝搬のために使用していたトランスを取り除くことで、小型化された回路である。また、DQFP はトランスを取り除いたことによって、スケーリング則に沿った低面積化を期待できる。

従来の DQFP には、inverter 後の配線長を buffer ほど長くできないという問題があった。Fig. 1 に各ゲート間の配線長と後段のセルの臨界電流値の動作マージンの関係を示す。本研究では、Fig. 1 に示すように、回路構造上、電流感度が buffer に比べて低い inverter の前段に、長距離配線をしないという設計ルールを定めた上で、inverter の回路パラメータの最適化を行い、配線長を改善した。Fig. 2 に、セルの後段に buffer を配置し、その間の配線長を変化させたときの後段の buffer の臨界電流値の動作マージンを示す。動作マージンが 10%以上で安定動作と定義した場合、従来の最大配線長は 500 μm だったが、改良した inverter では 1mm に改善した。さらに、本研究では、改良した inverter を用いた DQFP 論理ゲートの設計ル

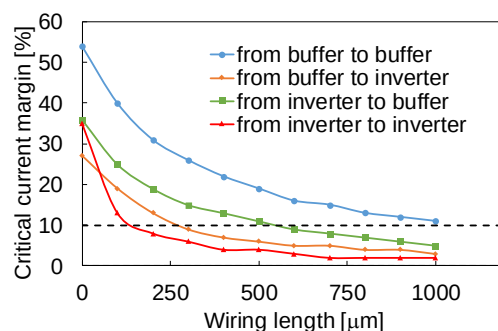


Fig. 1 Wiring length between each logic

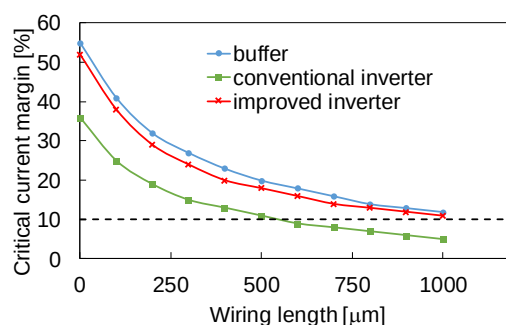


Fig. 2 Improved inverter wiring length

ルを定めた。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 (18H01493, 19H05614) の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] N. Takeuchi et al., Supercond. Sci. Technol., vol.26, no.3, pp.035010, Mar, 2013.
- [2] N. Takeuchi et al., Supercond. Sci. Technol., vol.33, no.6, pp.065002, May, 2020