

ゲート間配線を考慮した断熱的量子磁束パラメトロン回路のビット誤り率の評価

Evaluation of Bit Error Rate of Adiabatic Quantum Flux Parametron Circuits Considering Gate-to-Gate Interconnection

○横国大理工¹, 横国大 IAS²

○(M1)伊東 大樹¹, 竹内 尚輝², 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

○Daiki Ito¹, Naoki Takeuchi², Yuki Yamanashi^{1,2}, Nobuyuki Yoshikawa^{1,2}

E-mail: ito-daiki-vs@ynu.jp

現在の情報化社会では、半導体集積回路が広く用いられているが、微細加工技術の発展に伴う消費電力の増大が問題となっている。そこで、半導体に代わる技術として超伝導回路が注目されている。我々は、その超伝導回路の中でも断熱的量子磁束パラメトロン (AQFP: Adiabatic Quantum Flux Parametron) 回路の研究を行っている。AQFP 回路は消費電力が半導体集積回路よりも 6 桁低いという特徴があげられる[1]。

AQFP 回路は微小電流で動作する回路であるが、ゲート間の配線長が大きくなると入力電流が小さくなり、熱雑音による誤りが生じる可能性がある。そこで、ゲート間配線を考慮した AQFP 回路のビット誤り率 (BER) のシミュレーション評価を行い、ゲート間の入力電流の最小値を求めた。

Fig. 1 に示すように 9 段の AQFP Buffer Chain を用意し、4 段目と 5 段目の間に配線長の役割を持つ L_0 を挿入した。この回路にモンテカルロ法により熱雑音を加えたときの繰り返し試行で得られるビットエラー数をカウントすることで、BER が求められる。一方で I_{in} を変数とした相補誤差関数 $\text{erfc}(x)$ でも BER は求められる。この関数とシミュレーションで得られた BER をフィッティングすることで、入力電流の下限値を求めた。これらの検討より、動作周

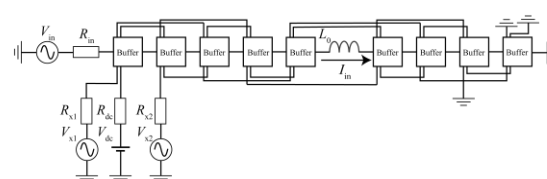


Fig. 1 AQFP buffer chain with interconnection inductance L_0

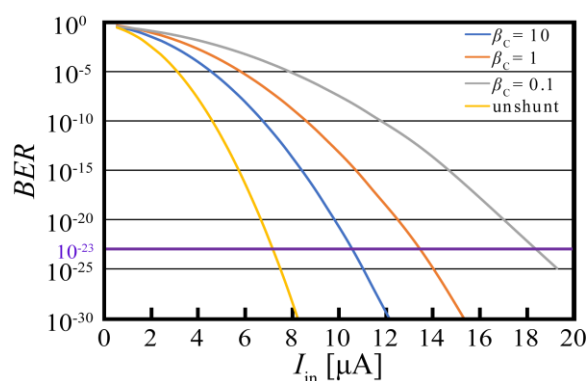


Fig. 2 BER - versus I_{in} for various β_C

波数 5 GHz において BER を 10^{-23} 以下にするために必要な入力電流は $7.1 \mu\text{A}$ であり、これは配線インダクタンス値 50 pH に対応することがわかった。

また、Josephson 接合の McCumber 定数 β_C を変化させたときの BER を求めたところ、Fig. 2 に示す様に、 β_C が大きいほど BER が小さくなることが分かった。

参考文献

- [1] N. Takeuchi, et. al., IEEE Trans. Appl. Supercond., vol 23 1700304, 2013.