

熱雑音を考慮した AQFP 回路の BER 評価

Evaluation of Bit Error Rate of AQFP logic considering thermal noise

○横国大理工¹, 横国大 IAS², JST さきがけ³

○(B)伊東 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

○Daiki Ito¹, Naoki Takeuchi^{2,3}, 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型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 桁ほど低いという特徴があげられる[1]。

現在の AQFP 回路において、入力電流の下限を $5 \mu\text{A}$ としている[2]。この基準が相応であるのかどうかを確かめるため、熱雑音を加えた AQFP 回路のシミュレーションを行い、Bit Error Rate (BER)を求めることによって、その基準の妥当性を調査した。

Fig.1 に示すように9段の 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。 L_0 を変化させたときの入力電流 I_{in} の挙動を Fig2. に示す。次に、同じシミュレーション回路において、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、ビット誤り率 (BER: Bit Error Rate)が求められる。一方で BER は I_{in} を変数とした相補誤差関数 $\text{erfc}(x)$ でも求められる。この関数とシミュレーションで得られた

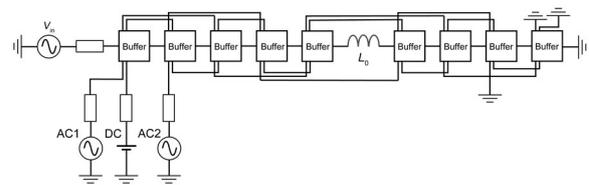


Fig1. Buffer chain of AQFP inserting L_0

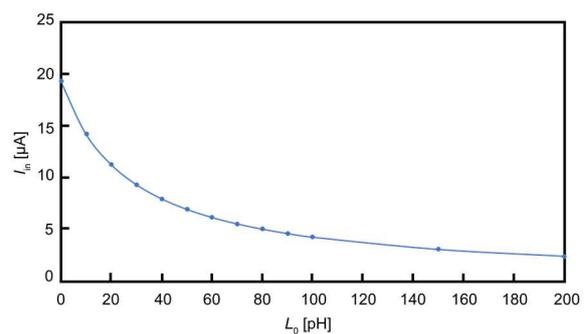


Fig2. Relation between L_0 and I_{in}

BER を照合することで、入力電流の下限値を求めた。これらの検討より、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。

参考文献

- [1] N. Takeuchi, et. al., IEEE Trans. Appl. Supercond., vol 23 1700304, 2013.
- [2] N. Takeuchi, Y. Yamanashi, and N. Yoshikawa, Journal of Applied Physics 117, 173912, 2015.