

Josephson 接合の臨界電流値を考慮した断熱量子磁束パラメトロン回路の BER 評価

Evaluation of Bit Error Rate of Adiabatic Quantum Flux Parametron Circuits Considering Critical Current Value of

Josephson Junction

○横国大院理工¹, 横国大 IAS²

°(M2)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 桁低いという低消費電力性を特徴としている[1]。

AQFP 回路は微小電流で動作する回路であり、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) の評価を行い、ゲート間の入力電流の最小値を求めることを目的とした。

Josephson 接合の臨界電流値 I_c を大きくすると消費エネルギーは増加するが、その接合から流れる電流も増加し、配線長をより長く出来ると予想される。そのときの BER 評価を行ない、その結果から BER が 10^{-23} 以下となる配線長を求めた。

Fig. 1 のシミュレーション回路において、①配線長 L_0 の直前の buffer の接合の I_c が変化、② L_0 の直後の buffer の接合の I_c が変化、③全ての buffer の接合の I_c が変化したときのの BER

Table 1. Maximum interconnection length in buffer chains with BER less than 10^{-23} .

gate (I_c [μ A]) to gate (I_c [μ A])	I_{in} [μ A] (10^{-23})	L_0 [pH]	interconnection length [mm]
buffer (50) to buffer (50)	7.5	51	0.696
buffer (60) to buffer (50)	7.7	57	0.779
buffer (75) to buffer (50)	7.5	65	0.888
buffer (100) to buffer (50)	7.2	77	1.052
buffer (150) to buffer (50)	7.2	82	1.120
buffer (50) to buffer (60)	8.5	41.5	0.567
buffer (50) to buffer (75)	9.6	33.5	0.458
buffer (50) to buffer (100)	10.9	26	0.355
buffer (50) to buffer (150)	13.6	15.5	0.212
buffer (60) to buffer (60)	8.4	50	0.683
buffer (75) to buffer (75)	9.2	49	0.669
buffer (100) to buffer (100)	10.9	42.5	0.580
buffer (150) to buffer (150)	12.7	37	0.505

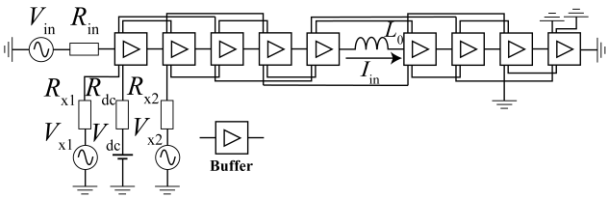


Fig. 1 9-stage buffer chain

評価を行なった。Table. 1 に結果を示す。 I_c の大きい buffer から次段へ接続する配線長は長くできる一方で、 I_c の大きい buffer へ接続する配線長は制限されることが分かった。

謝辞

本研究は JPS 科研費基盤研究 (S) (No. 19H05614) の助成を受けたものである。

参考文献

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