

非対称ダンピングを用いた断熱量子磁束パラメトロン／ 単一磁束量子回路間インターフェースの改善

Improvement of the Interface between Adiabatic Quantum-Flux-Parametron and Rapid Single-Flux-Quantum Circuits by Using Asymmetrical Damping

横国大理工¹, 横国大 IAS²

◦(M1)山崎祐一¹, 竹内尚輝², 吉川信行^{1,2}

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

◦Yuichi Yamazaki¹, Naoki Takeuchi², and Nobuyuki Yoshikawa^{1,2}

E-mail: yamazaki-yuuiti-ps@ynu.jp

微細化による CMOS 回路のエネルギー効率の向上は限界に近づいている。そこで、半導体に代わる技術として注目されているのが超伝導回路である。超伝導回路には、断熱量子磁束パラメトロン (AQFP: Adiabatic Quantum Flux Parametron) 回路 [1] や単一磁束量子 (Rapid Single Flux Quantum: RSFQ) 回路 [2] が提案されている。AQFP 回路は CMOS 回路より 5, 6 桁低い消費電力で動作し、RSFQ 回路は数十 GHz の高速動作性を持つ。

これらの特性を生かした大規模システムの構築のため、我々は AQFP 回路と RSFQ 回路間のインターフェース回路の設計を行った。AQFP 回路から RSFQ 回路へ信号伝達する AQFP/RSFQ インターフェース回路の回路図を Fig. 1 に示す。AQFP 回路の状態が 1 にスイッチする際、右側のジョセフソン接合から SFQ_out に SFQ パルスが出力される。今回は出力レベルの改善のため、ダンピングを非対称にした AQFP/RSFQ インターフェース回路の設計を行い、実験によりバイアスマージンの改善を確認した。非対称設計を行う前 ($R_{s1} = R_{s2} = 3 \Omega$) と今回設計した AQFP/RSFQ インターフェース回路 ($R_{s1} = 5 \Omega, J_2$: アンシャント) のバイアスマージンを Table I, II に示す。

また、上記の新しい回路を用いて RSFQ から AQFP へと信号変換を行う RSFQ/AQFP インターフェース回路の設計を行った。RSFQ/AQFP インターフェース回路について

も実験により正常動作を確認した。

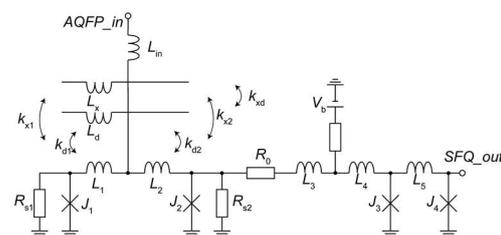


Fig. 1 Schematic of the AQFP/RSFQ interface. $R_0 = 1 \Omega, J_1 = 200 \mu\text{A}, J_2 = 200 \mu\text{A}, J_3 = 139 \mu\text{A}, J_4 = 213 \mu\text{A}$.

Table. I Bias margins of the AQFP/RSFQ interfaces for simulation at 5 GHz

	AQFP	RSFQ
Previous	- 46.9 ~ 60 %	- 12.4 ~ 18.4 %
New	- 43.5 ~ 80.2 %	- 33.2 ~ 23.2 %

Table. II Bias margins of the AQFP/RSFQ interfaces for measurement at 100 kHz

	AQFP	RSFQ
Previous	- 24.7 ~ 40.5 %	15.7 ~ 29.2 %
New	- 21.2 ~ 44.8 %	- 0.52 ~ 21.4 %

謝辞

本研究は JSPS 科研費 (18H01493, 19H00760) 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, p.035010, Jan. 2013.
 [2] K. K. Likharev *et al.*, *IEEE Trans. Appl. Supercond.*, vol.1, no.1, pp.3-28, 1991.