

セルフリセット型 RSFQ/AQFP インターフェース回路の設計と評価

Design and Evaluation of Self-Resetting RSFQ/AQFP Interface Circuits

横国大院理工¹, 横国大 IAS² ◯(M1)成瀬 幹哉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,

◯Mikiya Naruse¹, Naoki Takeuchi², Nobuyuki Yoshikawa^{1,2}

E-mail: naruse-mikiya-tn@ynu.jp

半導体集積回路は微細加工技術の発展により性能を向上させてきたが、近年微細加工の物理的限界や消費電力の増大が問題となっている。そこで半導体集積回路に代わる技術として、数十 GHz の高速動作を特徴とする高速単一磁束量子 (RSFQ : Rapid Single-Flux-Quantum) 回路[1]や、CMOS 回路と比較して 5、6 桁低い消費電力を特徴とする断熱量子磁束パラメトロン (AQFP : Adiabatic Quantum-Flux-Parametron) 回路[2]が注目されている。

RSFQ 回路と AQFP 回路ではデータ伝搬方式が異なるため、それぞれの特徴を活かした RSFQ/AQFP ハイブリッド回路の構築のためには、RSFQ 回路と AQFP 回路間で信号を変換するインターフェース回路が必要不可欠である。従来の RSFQ/AQFP インターフェース回路は、RSFQ JTL と AQFP バッファが磁気結合された構造をしており、JTL 中の磁束をリセットするために余分な信号が必要であった。そのため、インターフェース回路の面積は比較的大きかった[3]。そこで、本研究では AQFP の励起電流によって JTL 中の磁束をセルフリセットできる RSFQ/AQFP インターフェース回路を設計した。

Fig. 1 に本研究で提案するセルフリセット型 RSFQ/AQFP インターフェース回路の回路図を示す。励起電流 I_{x1} によって J_2 と J_3 を含む dc-SQUID を変調し、 J_1 を介して保持された磁束量子が放出される。その結果、 D_{in} から磁束

が入力されたときは後段の AQFP が D_{out} に論理 1 を出力し、磁束入力が無いときは論理 0 を出力する。設計した回路を HSTP でチップ作製し測定を行った。Fig. 2 に動作周波数 100 kHz での測定波形を示す。SFQ の入力パターンと AQFP からの出力パターンが一致していることから、正常動作を確認できた。

本研究に使用された回路は、AIST の超伝導クリーンルーム CRAVITY において、HSTP で作製された。本研究は JSPS 科研費基盤研究 (S) (No. 19H05614) の助成を受けたものである。

[1] K. K. Likharev et al., *IEEE Trans. Appl.*

Supercond., vol. 1, no. 1, pp. 3-28, 1991.

[2] N. Takeuchi et al., *IEEE Trans. Appl.*

Supercond., vol. 23, no. 3, p. 1700304, 2013.

[3] F. China et al., *IEEE Trans. Appl. Supercond.*, vol. 27, no. 4, p. 1300205, 2017.

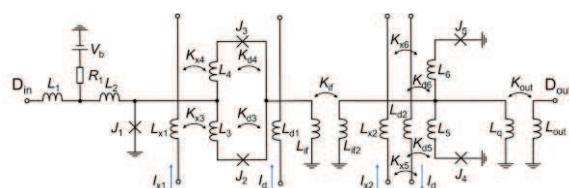


Fig. 1 Self-Resetting RSFQ/AQFP interface circuit

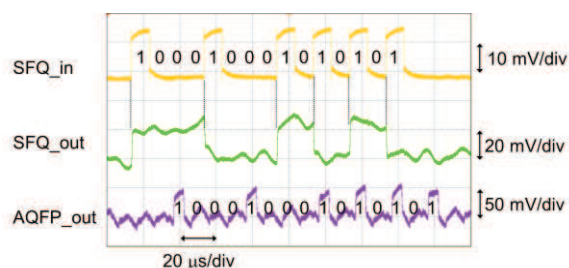


Fig. 2 Measurement waveform