

量子磁束パラメトロン回路で構成された ランダムアクセスメモリの制御方法の検討

Consideration of the control method of a random access memory cell composed of quantum flux parametron circuits

横浜国大院工¹, 横浜国大 IAS², JST さきがけ³

○(M2) 高山 広¹, 竹内 尚輝^{2,3}, 山梨 裕希^{1,2}, 吉川 信行^{1,2}

Graduate School of Eng., Yokohama Nat'l Univ.¹, IAS, Yokohama Nat'l Univ.², JST-PRESTO³

○Hiroshi Takayama¹, Naoki Takeuchi^{2,3}, Yuki Yamanashi^{1,2}, Nobuyuki Yoshikawa^{1,2}

E-mail: takayama-hiroshi-rd@ynu.jp

超伝導回路である量子磁束パラメトロン (Quantum Flux Parametron: QFP) 回路は、エネルギーポテンシャルを断熱的に変化させることで、その動的消費電力を同じ超伝導回路である RSFQ 回路よりも 3 桁程度小さくすることができる[1]。断熱的に動作する QFP 回路は断熱型量子磁束パラメトロン(AQFP)回路と呼ばれ、本研究では AQFP 回路と互換性のある大規模メモリシステムの実現に向けて、QFP 回路でランダムアクセスメモリ(RAM)セルを構成した。これまでに提案した RAM セル (Fig. 1) では、書き込み電流 3 つ (I_d , I_{wy} , I_{wx}) と読み出し電流 2 つ (I_{ry} , I_{rx}) で書き込みと読み出しの制御を行っているが、制御電流の数が多く、メモリセルの駆動に必要なコストが大きくなっていた。

今回、駆動のコストを減らすために、RAM セルの制御電流の数を 3 つに削減した場合の制御方法を検討した。Fig. 2 に今回検討したメモリセルのスキーマティックを示す。書き込みについては書き込むビットに対応するデータ電流 I_d と、 I_y と I_x により列と行を指定し、指定された位置のメモリセルに書き込みが行われる。読み出しについては、 I_x により行のみが指定され、指定された行に位置するメモリセルについて読み出しが行われる。したがって、 I_x は書き込みと読み出しの制御を行う。Fig. 3 に RAM セルのシミュレーション結果を示す。Fig. 3 より、RAM セルの選択、半選択、非選択の状態において RAM セルとして正常に動作することを確認した。発表では RAM セルのバイアスマージンおよび測定結果について報告する。

謝辞

本研究に使用されたデバイスは、産業技術総合研究所 (AIST) の超伝導クリーンルーム CRAVITY において作製された。本研究は JSPS 科研費基盤研究(S) (26220904) 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, no. 3, 1700304, Jun. 2013.

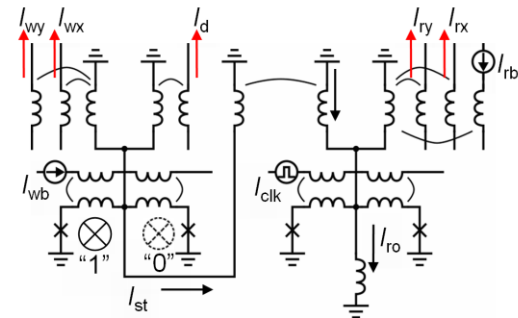


Fig. 1. Schematic of a RAM cell proposed in previous study. There are five control currents.

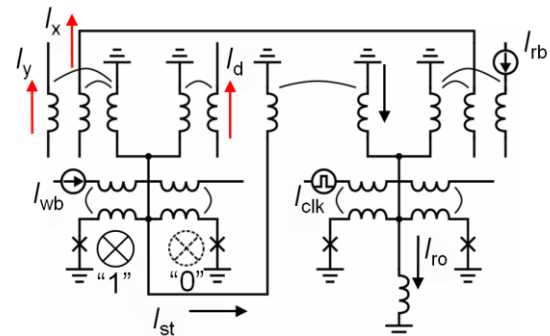


Fig. 2. Schematic of a RAM cell proposed in this study. There are three control currents.

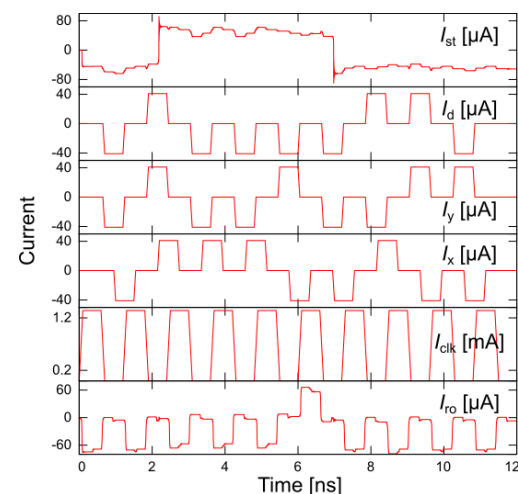


Fig. 3. Simulation results of the RAM cell in Fig. 2