

外部磁束印可によってデータの再構成が可能な メモリセルを用いた単一磁束量子ルックアップテーブルの動作実証

Demonstration of single flux quantum lookup table composed of memory cells

capable of being reconfigured by external magnetic flux

横国大院理工 ○(M1)細谷 岳哉, 山梨 裕希, 吉川 信行

Dept. of Electrical and Computer Eng., Yokohama Natl. Univ.

○Takuya Hosoya, Yuki Yamanashi, Nobuyuki Yoshikawa

E-mail: hoshoya-takuya-bx@ynu.jp

超伝導単一磁束量子(Single flux quantum: SFQ)回路は高速動作性、低消費電力性といった特徴を持ち次世代の集積回路技術として注目されているが、現在の回路作成技術では集積度に課題を抱えている[1]。従来のルックアップテーブル (lookup table: LUT) の設計[2]ではメモリ部分の内部配線は複雑となり回路面積の増大につながる。そこで外部からの電流によってメモリの内部状態の制御が可能な、磁気結合入力機構を持つメモリセルを設計し、このメモリセルを用いた LUT の設計を行った。これによりメモリのデータを書き換えるためのジョセフソン伝送路や受動配線を用いた配線を削減することが可能となりメモリ間の距離を近づけることができる。本研究では小・中規模の LUT の高集積化を行うことが目的である。

Fig. 1 は本研究で提案する 4-bit LUT である。メモリのデータ書き込み・リセットのための配線を外部から直流電流が流れる配線に置き換えて集積度の向上を図っている。直流電流を用いるため書き込み速度は遅くなるがメモリのデータ読出しは高速のまま行うことが可能である。書き込みを行うメモリの行と列に対応する $x0, x1, y0, y1$ を選択し、そこへ同時に直流電流を印加することでメモリへの書き込みができる。データのリセットは全てのメモリに磁気結合した reset 配線に直流電流を印加すると一度に全てのメモリのデータをリセットすることができる。

Fig. 2 は本研究で提案する 4-bit LUT のレイアウトである。この測定を行い、正常動作を確認した。LUT 本体部分のバイアスマージンは設計値の 78-110%であった。各直流電流のマージンは $x0$ が 61-95%、 $x1$ が 40-72%、 $y0$ が 38-56%、 $y1$ が 47-81%であった。reset は設計値の 73%以上の電流を印加することでデータのリセットが

可能であることを確認した。発表では設計および測定結果についてより詳細に述べる。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP18K04280 および JP19H05614 の助成を受けたものである。本研究に使用された回路は、産業技術総合研究所の超伝導クリーンルームにおいて作製された。

参考文献

- [1] M. Tanaka, Cry. and Supercond. Society, vol. 52, no. 5, pp. 323–331, 2017.
- [2] M. Araki et al., 11th Supercond. SFQ VLSI Workshop (SSV) 2018, pp. 83–86, Tsukuba, 2018.

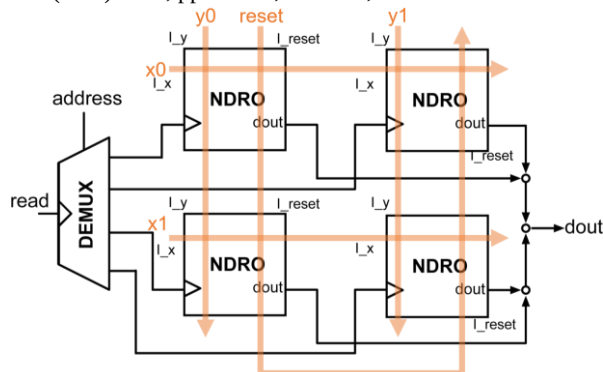


Fig. 1 Block diagram of 4-bit LUT proposed in this study.

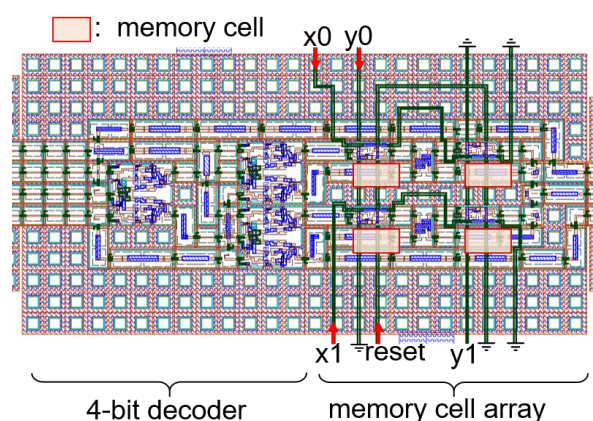


Fig. 2 Layout of 4-bit LUT using proposed memory cells.