論理反転型量子磁束パラメトロン回路の提案

Proposal of Inverting quantum flux parametron

横国大院工[1]，横国大 IAS[2], JST さきがけ[3]

○(M1)荒井 孝太[1]，竹内 尚輝[2,3]，山梨 裕希[1,2]，吉川 信行[1,2]

Yokohama Natl. Univ.[1], IAS Yokohama Natl. Univ.[2], JST-PRESTO[3]

○Kota Arai[1], Naoki Takeuchi[2,3], Yuki Yamanashi[1,2], Nobuyuki Yoshikawa[1,2]

E-mail: arai-kota-jz@ynu.jp

将来のスーパーコンピュータ実現のため、我々は超低電力ロジックである断熱的量子磁束パラメトロン (Adiabatic quantum flux parametron: AQFP) 回路の研究を行っている。AQFP 回路はポテンシャルエネルギーを断熱的に変化させることで動的消費電力を極限的に低減させることができ、CMOS 回路と比較して 5 桁以上低い消費電力で動作可能である[1]。しかし AQFP 回路はトランスを介してデータ伝搬を行っており、このトランスの微細化が困難であるといった問題がある。トランスを用いている理由としては、結合係数の正負を制御することでインバータゲートとしても用いるためである。そこで、微細化を行うためにもトランスを必要としないインバータゲートの実現が求められている。本研究では、AQFP 回路を基に、トランスを用いずインバータゲートとして機能する iQFP (Inverting-QFP) 回路を新たに考案する。

iQFP回路の回路図をFig.1に示す。また、iQFP回路を4段接続したときのデータ伝搬のシミュレーション結果をFig2に示す。ここで、I_{out1}からI_{out4}は、各iQFPの出力電流、I_{in}は入力電流である。iQFP回路は励起電流によってループ内に磁束を保持することで、入力電流とは異なる向きの出力電流を生成する。Fig2より、データが反転されながら伝搬されていることが分かり、iQFP回路がインバータゲートとして機能していることが確認できた。発表当日は、シミュレーション結果の詳細と、動作実証に向けた設計進捗について報告する。

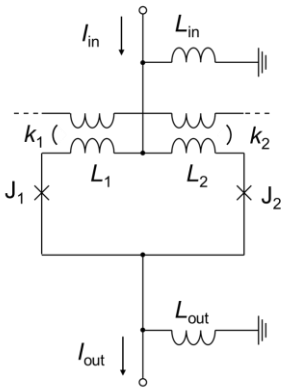

Fig.1 Schematic of an iQFP gate

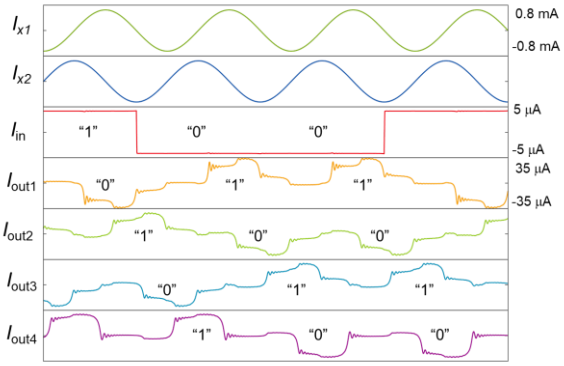

Fig.2 Simulation of data propagation in iQFP

謝辞

本研究に使用された回路は、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OPENを用いて作製された。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.

© 2018年 応用物理学会