

π シフトジョセフソン接合を用いた超伝導デジタル回路の設計

Design of superconducting digital circuits composed of π -shifted

Josephson junctions

○神谷 智大, 谷口 壮耶, 佐野 京佑, 田中 雅光, 藤巻 朗 (名大院工)

○Tomohiro Kamiya, Soya Taniguchi, Kyosuke Sano, Masamitsu Tanaka,
and Akira Fujimaki (Nagoya Univ.)

E-mail: tomohiro@super.nuee.nagoya-u.ac.jp

背景 単一磁束量子 (SFQ) 回路は磁束量子を情報担体とするパルス論理回路であり、高速動作性・低消費電力性を特長に持つが、大規模化に向け、よりいっそうの消費電力の削減と集積密度の向上が求められる。我々は、接合自身で π 位相シフトの効果を持つ、 π シフトジョセフソン接合に着目し、省面積かつ低消費電力な回路構成方法について検討を行った。

設計と実験 超伝導体/磁性体/絶縁体/超伝導体接合において、磁性体膜厚を制御することにより π 接合が得られる[1]。この π 接合を用いることにより、従来のバイアス電流で行っていた動作点の変更を行うことができる。

一例として、Fig. 1 に π 接合を用いたトグルフリップフロップ (T-FF) の回路図、Fig. 2 に数値解析によるシミュレーション結果を示す。位相シフトのない通常のジョセフソン接合と π 接合の両方を制御性よく作製することは困難であるため、 π 接合のみを用いて回路を実現している。3 接合量子干渉素子のうち、臨界電流値の大きい接合を位相シフタ、等しい臨界電流値をもつ 2 つの接合をスイッチ素子として用いている。SFQ パルスが入力されるたびに左右の接合が交互にスイッチし、分周動作をする。

Fig. 3 に作製した T-FF の顕微鏡写真を示す。通常の SFQ 回路における T-FF と比較して、臨界電流の 4~5 割程度のバイアス量で動作し、接合面積の削減と、低消費電力化に成功した。

現在、作製した T-FF の評価を進めている。

謝辞 本研究は、JSPS 科学研究費 (16H02340) の支援を受けて実施したものである。本研究の一部は、東京大学 VDEC を通し、ケイデンス株式会社の協力で行われた。

参考文献

- [1] V.V. Ryazanov *et al.*, Phys. Rev. Lett. **86**, 2427 (2001).

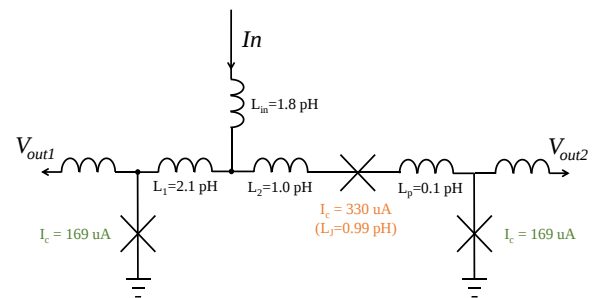


Fig. 1 schematic diagram of T-FF using π -shifted junctions

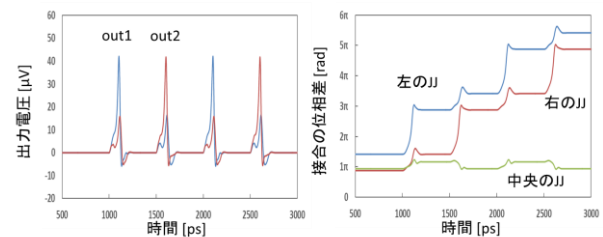


Fig. 2 Circuit operation obtained by numerical simulations

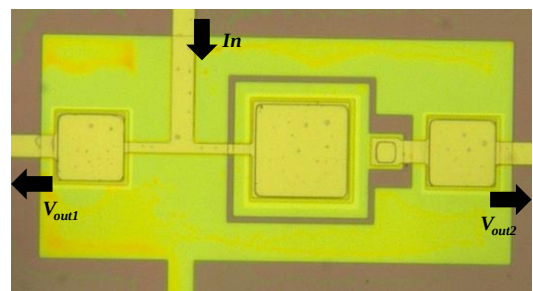


Fig. 3 Microphotograph of T-FF