

超伝導デジタル回路のための磁性体を用いた超伝導整流素子の開発

Development of superconducting rectifiers based on ferromagnets for superconducting digital circuits

名大院工¹, 学振特別研究員² °谷口 壮耶^{1,2}, 神谷 智大¹, 岩下 颯斗¹,
佐野 京佑¹, 田中 雅光¹, 藤巻 朗¹

Nagoya Univ.¹, JSPS Research fellow², °Soya Taniguchi^{1,2}, Tomohiro Kamiya¹, Hayato Iwashita¹,
Kyosuke Sano¹, Masamitsu Tanaka¹, and Akira Fujimaki¹

E-mail: taniguchi@super.nuqe.nagoya-u.ac.jp

背景 超伝導単一磁束量子(SFQ)回路は高速・低消費電力という特長を持つ。しかし、数mΩ程度の低インピーダンス回路であるため、室温直流電源での消費電力が大きいという課題があった。すでに先行研究では、非対称特性を有するデバイスの開発が行われているが[1]、非対称性、高速動作性等の面で実用化に難点があった。この課題を解決するため、我々はSFQ回路の電源回路に適した新方式の整流回路の開発を行った。

設計と実験 接地面を持つインライン型ジョセフソン接合を作製し、接合近傍に磁束バイアスを加える磁性体を配置した。接地面を持つインライン型ジョセフソン接合は接合自身を流れる電流による磁場の影響を受け、非対称な臨界電流-外部磁場(I_c - B)特性を持つ[2]。磁性体の磁化強さを調整し磁束バイアス量を適切に接合へ与えることによって、正負非対称な電流-電圧特性を得ることができる。

Fig. 1 に実際に作製した $20\ \mu\text{m} \times 1\ \mu\text{m}$ 角接合の I_c - B 特性を示す。磁性体の磁化によって、 I_c - B 特性をシフトさせ、 $B = 0\ \text{T}$ の場合に正負非対称な臨界電流値を得ることができている。さらにこの接合を用いて半波整流を実現した実験結果を Fig.2 に示す。このように、磁性体によって超伝導デジタル回路へ応用可能と考えられる整流素子の開発に成功した。

謝辞 本研究の一部は JST-ALCA、科研費(26220904, 16H02340, 26420306, 16J11440)の助成を受けたものである。また本研究で利用した回路の一部は、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。

参考文献

- [1] JE Villegas, *et al.*, *Science*, vol. 302, no. 5648, p. 1188, 2003.
- [2] S. Basavaiah, *et al.*, *IEEE Trans. Magn.*, vol. 1 MAG-11, no. 2, 1975.

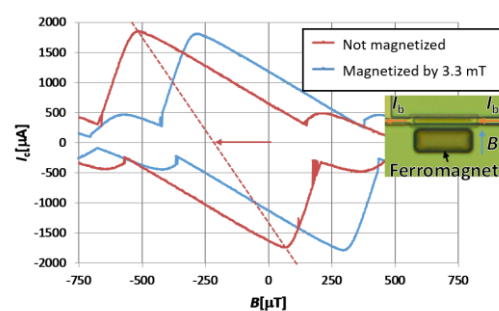


Fig. 1 I_c - B characteristics



Fig. 2 Half-wave rectification