

NbN/PdNi/NbN 接合におけるジョセフソン臨界電流の強磁性膜厚依存性

PdNi thickness dependence of Josephson critical current in NbN/PdNi/NbN Josephson junctions

名大院工, °(M1)杉本 理駆, Pham Duong, (M2)中村 颯,
田中 雅光, 山下 太郎, 藤巻 朗

Nagoya Univ., °Riku Sugimoto, Duong Pham, Hayate Nakamura,
Masamitsu Tanaka, Taro Yamashita, Akira Fujimaki

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

はじめに

量子コンピュータの実現に向けて量子ビットの開発が盛んに行われている中、超伝導量子ビットがその本命として注目されている。我々は超伝導量子ビットの集積性の向上を目指し、従来の磁束型量子ビットに自発的な π 位相シフトを持つ強磁性ジョセフソン接合(π 接合)を導入することで磁束バイアスを必要としない磁束型量子ビットの開発を行っている[1]。

窒化物超伝導体 NbN ベースの強磁性ジョセフソン接合として、障壁層に希釈強磁性体 CuNi を用いた NbN/CuNi/NbN 接合による π 位相シフトが実現されている[2,3]。しかし CuNi 薄膜において、Ni クラスターの発生やそれに伴う磁氣的性質の面内不均一性が報告されており[4]、これらは多量子ビット化時の障害として懸念されている。より優れた磁氣的面内均一性を持つ強磁性材料として PdNi があり、Nb ベースの π 接合が報告されている[4]。

実験

そこで今回我々は、NbN/PdNi/NbN 接合における π 接合の実現を目的として、異なる PdNi 膜厚を有する接合を作製し、ジョセフソン臨界電流や抵抗率の評価を行った。測定は液体ヘリウム中で行い、微小電圧測定系(ナノボルトメーターKeithly 2182A)により電流-電圧特性を測定した。Fig. 1 に PdNi 膜厚 30 nm の接合の電流-電圧特性を示す。また PdNi 膜厚 25 nm 及び 30 nm の 10 μ m 角接合のジョセフソン臨界電流及び常伝導抵抗率を比較したところ、臨界電流値は PdNi 膜厚 25 nm で 4435 μ A、PdNi 膜厚 30 nm で 560 μ A と PdNi 膜厚の増加に対し

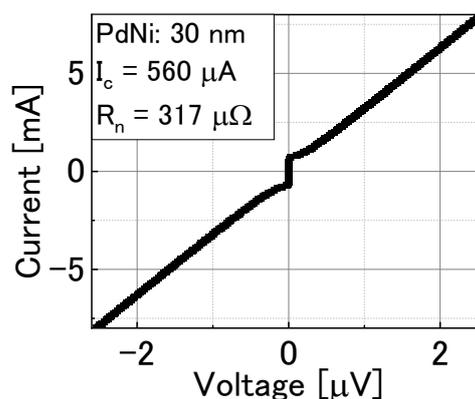


Fig 1. Current-voltage characteristic of 10-um-square NbN/PdNi/NbN junction with 30-nm-thick PdNi

単調に減少し、PdNi 膜厚に対する 0 状態と π 状態の転移を示唆する兆候は見られなかった。抵抗率に関しては、PdNi 膜厚 25 nm で 111 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 、PdNi 膜厚 30 nm で 112 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ と 2 接合とも近い値が得られた。講演では、より広い範囲での PdNi 膜厚に対する臨界電流の依存性について報告し、 π 接合の可能性を議論する。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費基盤研究(S)(JP19H05615)、特別推進研究(JP18H05211)の支援を受けている。

参考文献

- [1] T. Yamashita *et al.*, Phys. Rev. Lett. vol. 95, pp. 097001 (2005).
- [2] T. Yamashita *et al.*, Phys. Rev. Appl. vol. 8, pp. 054028 (2017).
- [3] T. Yamashita *et al.*, Sci. Reps. vol. 10, 13687 (2020).
- [4] T. S. Khaire *et al.*, Phys. Rev. B. vol. 79, pp. 094523 (2009).