

π 位相シフタに向けたコバルト障壁層をもつ 強磁性ジョセフソン接合の作製と評価

Fabrication and evaluation of ferromagnetic Josephson junctions with Co barrier

for π phase shifter

名大工, °(M2)中村 颯, (M1)杉本 理駆, Pham Duong,

田中 雅光, 山下 太郎, 藤巻 朗

Nagoya Univ., °Hayate Nakamura, Riku Sugimoto, Masamitsu Tanaka, Duong Pham,

Taro Yamashita, Akira Fujimaki

E-mail: nakamura.19gg@super.nuee.nagoya-u.ac.jp

量子コンピュータの実現に向けた超伝導量子ビットの開発が盛んな中、我々は従来の磁束型量子ビットに強磁性ジョセフソン接合 (π 接合) を π 位相シフタとして導入した磁束バイアスフリーな磁束型量子ビットの開発を進めている[1]。既に NbN/CuNi/NbN 接合を作製し、 π 接合実証に成功している[2]。しかし合金である CuNi においては、試料面内や成膜回毎における Cu と Ni の組成比のばらつきに起因する磁性層の不均一性や不安定性、Ni クラスターの形成による磁氣的不均一性が懸念されている。

一方、単一元素かつ磁氣的均一性に優れた強磁性体に Co が挙げられる。これを障壁層に用いた例に Nb/Co/Nb 接合についての報告がある[3]。ただ、希釈強磁性体である CuNi よりも交換エネルギーが大きいことから障壁層での秩序パラメータの減衰長及び振動周期が小さいため、 π 接合実現のためには Co 障壁層の膜厚をより薄くかつ高精度に制御する必要がある。

磁束バイアスフリーな磁束型量子ビットの実現のためには、強磁性ジョセフソン接合が π 状態であることは勿論だが、ジョセフソン接合よりも十分大きい臨界電流値を有することが必要である。磁束型量子ビットを構成するジョセフソン接合の典型的な臨界電流値は 100 nA 程度である。そこで今回、少なくとも μA オーダーの臨界電流値を目標とし、1 nm 以下の非常に薄い Co 障壁層を有する強磁性ジョセフソン接合を作製した。Fig. 1 に作製した接合面積 $10 \times 10 \mu\text{m}^2$ の接合に対する電流 - 電圧特性の測定結果を示す。測定の結果、臨界電流値として

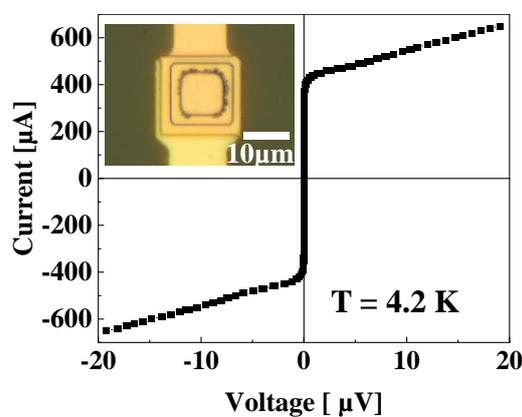


Fig. 1 Current-voltage characteristics of NbN/Co/NbN junction on MgO substrate with ultra thin Co layer less than 1 nm and area of $10 \times 10 \mu\text{m}^2$.

Inset: microphotograph of the fabricated junction.

400 μA が得られ、100 nA に対して十分大きな臨界電流値を観測することができた。現在この接合が π 状態であるかどうか検証中である。講演ではその結果に加え、Co 障壁層膜厚に対する臨界電流値の依存性について報告する。

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.*, Appl. Phys. Lett. vol. 88, pp. 132501 (2006).
- [2] T. Yamashita *et al.*, Phys. Rev. Appl. vol. 8, pp. 054028 (2017).
- [3] J.W.A. Robinson *et al.*, Phys. Rev Lett. vol. 97, pp. 177003 (2006).