

針状石英管先端にスパッタ成膜された NbTi 超伝導ナノブリッジの輸送特性

Transport Properties of Superconducting NbTi Nano-bridges Sputtered on the Tip of a Quartz Tube

電通大院情報理工 ○(M2)小川景大, (B4)宮下朋之慎, (M2)酒井直人, (M1)マンカケイ, 小久保伸人

Dept. of Eng. Sci, Univ. of Electro-Comm., °K. Ogawa, T. Miyashita, Naoto Sakai, Man Kakei, N.

Kokubo

E-mail: o2033023@edu.cc.uec.ac.jp

ナノサイズの超伝導量子干渉計 (SQUID) は、単位帯域幅あたり数 μ_B (数スピン) に匹敵する高い磁気感度をもつ、ナノスケールの物性開拓に有望な磁気センサーのひとつである[1]。とりわけ、針状の石英管先端を利用したナノ SQUID は、先端径を自由に制御できる利点を活かすことで、単一電子スピンの感度に迫れるだけでなく、交換ガスを通じて、試料表面の僅かな温度変化も捉えることができる[2,3]。

これまで我々は溝のある鋭利な石英管先端に Nb 薄膜をスパッタ成膜した試料で、臨界電流の明確な磁気振動を見出し、SQUID 素子として動作することを見出してきた[4]。しかし、得られていた素子の臨界電流の振動振幅は小さく、極性にも依存しやすい。さらに動作する磁場範囲も狭く、素子の経年劣化も激しいことから、材料と石英ガラス管の先端形のいずれも見直しが必要となっていた。

本研究では、形状をより整えた針状の石英管を利用して $Nb_{50}Ti_{50}$ 溶解ターゲットからスパッタ成膜したナノ構造素子の作製を試みた。図 1 は先端形状を整えた溝付きガラス管の SEM 写真である。先端径は 85nm である。側面の 4 本の溝を反映した先端のくびれが明瞭である。側面に NbTi(25nm) /MgO(20nm) の 2 層膜、先端面に NbTi(25nm) 薄膜を Ar 雰囲気中で成膜した試料では、明瞭な 2 段の超伝導転移を示した(図 2)。ブリッジ接合特有な電流電圧特性を見出し、臨界電流の温度依存性から高感度な温度センサーとして用いることが可能である。臨界電流の磁場依存性は現在測定中である。本研究の一部は科研費 (JP21K04819) の補助を受けて行われた。

[1]C. Granata, et. al, Phys. Rep. 614, 1(2016).

[2]L. Embon, et. al, Sci. Rep. 5, 7598(2015).

[3]Halbertal, et. al., Nature 539, 407(2016).

[4]今井哉太等, 第 68 回応用物理学会春季学術講演会、17a-Z22-5.

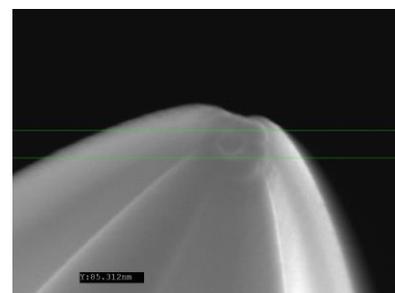


Fig. 1 Scanning microscope image of a tapered tip.

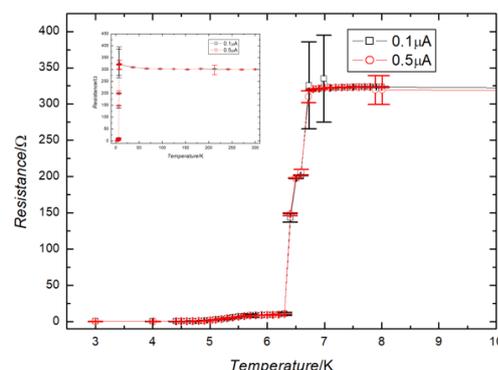


Fig. 2 Resistance-temperature curves with different current excitations.