

石英ナノピペット先端にスパッタ成膜した Nb 系ナノ SQUID の輸送特性

Transport properties of Nb based nano-SQUID deposited on the tip of a quartz nanopipette

電通大院情報理工 ○(M2) 今井 哉汰, (M2) 溝広 拓洋, 金沢 成晃, 小久保 伸人

Dept. of Eng. Sci, Univ. of Electro-Comm, °K.Imai, T.Mizohiro, N.Kanazawa, N.Kokubo

E-mail: i1933014@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 (数スピンの)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、ナノピペット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、単一電子のスピンの感度に迫ることができる[2]。石英管に対する成膜方向を制御することで、リソグラフィーのプロセスを一切用いずに作製できるが、酸化に弱い金属超伝導体(Pb や Al、In 等)のブリッジ型弱結合を利用するため、経年劣化等に課題が残されている。

本研究では、酸化や熱サイクルに強い窒化ニオブ膜あるいはニオブ膜に着目し、針状のガラス管先端を利用したナノ SQUID 素子の開発を進めている。スパッタ装置に成膜方向をある程度揃える絞りを導入し、素子の作製を試みた。図 1 は先端径 150 nm 程度の溝付きガラス管の側面に Nb (30 nm)/MgO (20 nm)の 2 層膜、先端面に Nb (20 nm) 薄膜を Ar 雰囲気中で成膜した素子の SEM 写真である。2つの弱接合ブリッジをもつナノループが先端で形成される。素子はジョセフソン接合に特有な非線形な電流電圧特性だけでなく、ループに垂直な磁場に対して周期的な臨界電流の振動も示す(図 2)。さらに Ar+N₂ 雰囲気中で反応性スパッタした NbN (20 nm) 薄膜のナノ SQUID 素子でも明瞭な臨界電流の振動の観測に成功した。

本研究の一部は公益財団法人精密測定技術振興財団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).

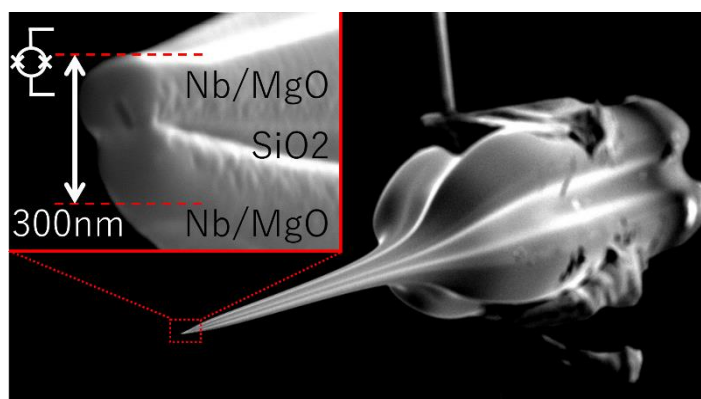


図1：Nb/MgO膜を成膜したナノピペットのSEM像

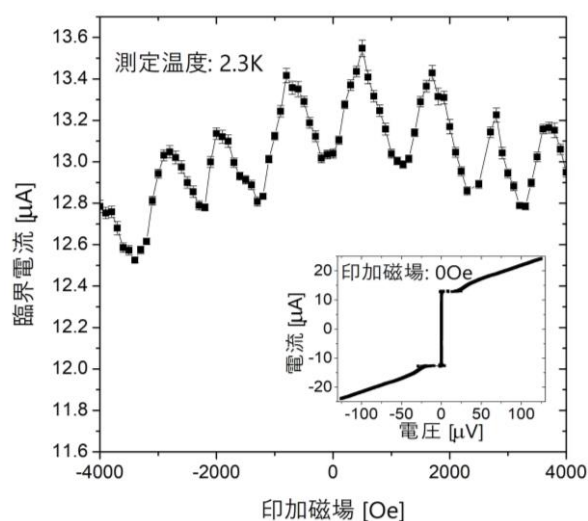


図2：NbナノSQUIDの臨界電流と電流電圧特性(内挿図)