

Title	NbN磁性バリアトンネル接合の製作
Author(s)	寺島, 亮
Citation	
Issue Date	2002-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	none
URL	http://hdl.handle.net/10119/2900
Rights	
Description	今井捷三, 材料科学研究科, 修士

NbN 磁性バリアトンネル接合の製作

寺島 亮 (今井研究室)

【はじめに】超伝導トンネル接合は電波天文の分野で電磁波検出器の SIS (Superconductor Insulator superconductor) ミキサーとして応用されている。SIS ミキサーには超伝導体材料自身に起因する応答周波数上限が存在する。これはギャップ周波数 f_g と呼ばれ、従来から利用されてきた Nb の場合は 700 GHz である。近年、THz 帯での SIS ミキサー開発が望まれており、超伝導材料として $f_g = 1.4$ THz の窒化ニオブ (NbN) が期待されている。しかし、NbN は Nb に比べて下部臨界磁場が小さく、雑音源であるジョセフソン電流を抑圧するために加える外部磁場によって超伝導性が劣化する恐れがある。そこで本研究では、外部磁場を用いない方法として NiO_x 磁性バリアを用いてジョセフソン電流が抑圧された NbN/NiO_x/NbN 接合を作製することを目的とした。

【実験】NbN 薄膜は Ar と N₂ 混合雰囲気中で Nb ターゲットを用いた DC マグネトロンスパッタにより MgO(100) 基板上に製膜した。製膜した NbN 薄膜は、超伝導臨界温度 T_c が 15 K 以上、AFM による表面観察では非常に平坦 (RMS=0.398 nm) であり接合作製には十分であることを確認した。NiO_x 薄膜は、Ni ターゲットを用いて DC スパッタにより Ni 膜を製膜した後に酸素雰囲気中で自然酸化する方法と、NiO ターゲットを RF スパッタする方法の 2 通りの方法で製膜した。製膜した NbN/NiO_x/NbN 積層膜はフォトリソグラフィ、RIE により微細加工し接合を作製した。作製した接合は液体ヘリウム中で電流電圧特性を測定した。

【結果】図 1 に作製した接合の電流電圧特性を示す。(a) は Ni ターゲット・自然酸化の場合の特性 (Ni 堆積膜厚: 0.5 nm) である。ジョセフソン電流 I_c は 0、ギャップ電圧 V_g は 2.6 ~ 2.7 mV、規格化した接合の常伝導抵抗値 $R_n A$ は 855 ~ 2250 $\Omega\mu\text{m}^2$ 、リーク電流の少なさをあらかず R_{sg}/R_n は 1.7 ~ 2.4 であった。(b) は NiO ターゲット場合 (NiO_x 堆積膜厚: 1 nm) の特性である。 I_c は 10 ~ 29 μA 、 V_g は 3.0 mV、 $R_n A$ は 64 ~ 92 $\Omega\mu\text{m}^2$ 、 R_{sg}/R_n は 4.0 ~ 4.7 であった。

Ni ターゲット・自然酸化の場合は I_c は完全に抑圧することができたが $R_n A$ 、リーク電流が大きい。NiO ターゲットの場合は I_c はあらかわれたが V_g と R_n から予測される I_c の 5% 程度に抑圧することができた。また、 $R_n A$ 、リーク電流は小さくミキサー応用に期待できる。しかし、いずれの接合も通常の NbN/AlN/NbN 接合と比べて V_g は小さく、リーク電流は大きい。この理由として、バリアの不均一性や NbN/NiO_x/NbN 界面での T_c の低下が考えられる。

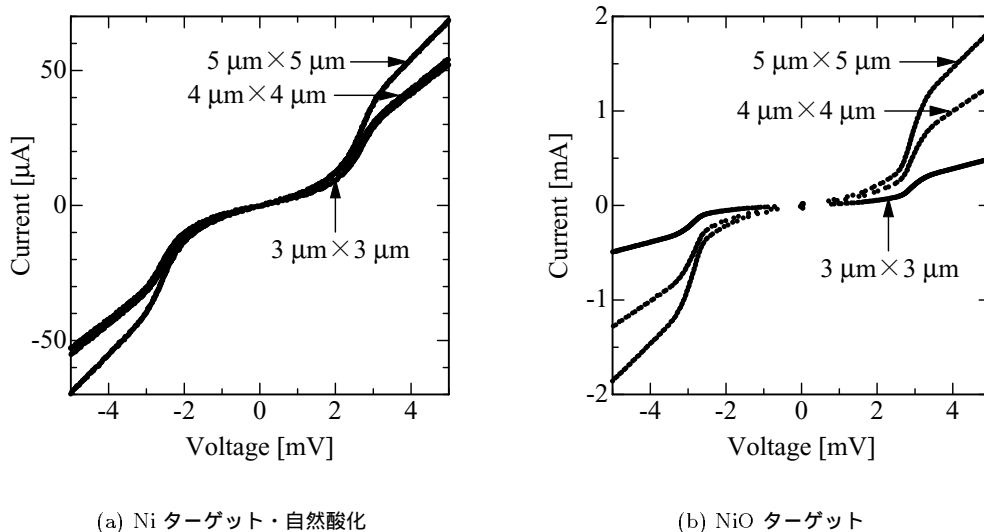


図 1: NbN/NiO_x/NbN の電流電圧特性

Keywords: SIS ミキサー、NbN、NiO_x、ジョセフソン電流、磁性バリア