JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	磁性バリアNbN接合の作成
Author(s)	柴田，亜一路
Citation	
Issue Date	2004-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	none
URL	http://hdl.handle.net/10119/3106
Rights	
Description	Supervisor:今井　捷三，材料科学研究科，修士

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

A16p4

磁性バリア NbN 接合の作成

柴田　亜一路 (今井研究室)

【はじめに】超伝導の応用技術として、宇宙からの微弱な電磁波を観測する検出器のミキサ素子に SIS (Superconductor-Insulator-Superconductor) 接合を利用した SIS ミキサがある。SIS ミキサには超伝導体自体に起因する応答周波数上限が存在する。この値はニオブ (Nb) で 700 GHz、窒化ニオブ (NbN) で 1.4 THz であり、THz 帯の SIS ミキサに NbN は有効である。しかし、NbN は Nb に比べ下部臨界磁場が小さく、高周波数観測の際、雑音源であるジョセフソン電流 (I_c) を抑圧するために加える外部磁場により超伝導性が劣化する恐れがある。本研究室では以前、外部磁場を用いず、バリアに磁性体を適用した NbN/NiO_x/NbN 接合を製作し I_c の抑圧に成功したが、ギャップ電圧 (V_g) は小さかった。そこで、本研究では、超伝導層と磁性層が直接接することによる超伝導性の劣化を抑えるため、磁性バリアを AlN バッファ層で挟む構造を用いて、THz 帯のミキサ応用を考えた条件、$I_c = 0$、$V_g > 5$ mV、リーク電流の少なさを表すパラメータ (R_{sg}/R_n) > 10、規格化した接合の常伝導抵抗値 (R_nA) < 50 Ωμm^2、を同時に充たす素子を得ることを目指した。

【実験方法】DC マグネトロンスパッタ法で MgO (001) 基板上に NbN/AlN/Ni/AlN/NbN 積層膜を製膜、フォトリソグラフィ、RIE (Reactive Ion Etching) などの微細加工を施し、2～10 μm□の接合を製作した。製作した接合は液体ヘリウム中で電流-電圧 (I-V) 特性を測定し、V_g、I_c、R_{sg}/R_n、R_nA を調べた。

【結果】 NbN/AlN/NbN (100/0.8/100 nm) 接合を製作し、I-V 測定をした。得られた I-V 特性を図 1 に示す。R_{sg}/R_n に課題が残るが、V_g、R_nA は良好な値が得られた。この条件を基に、磁性バリアとして Ni をドープし、NbN/AlN/Ni/AlN/NbN (100/0.4/0.01/0.4/100 nm) 接合を製作した。 I_c は完全に消去され、$V_g = 5.3$ mV、$R_{sg}/R_n = 19.3$ と非常に良好な値が得られたが、R_nA は非常に高く、目標値を大きく上回った。しかし、素子として充分な非線形特性を有していたので、4.2、8、10、14 K と測定温度を変化させ、I-V 特性の温度依存性を調べた。図 2 にその結果、及び、4.2 K での V_g、I_c、R_{sg}/R_n、R_nA を示す。8 K までは THz ミキサ応用の条件 $I_c = 0$、$V_g > 5$ mV、$R_{sg}/R_n > 10$ を充たしている。このように、抵抗は非常に高いものの、従来に比べ高温で高い V_g を示す素子が得られ、AlN バッファ層の有効性が示された。

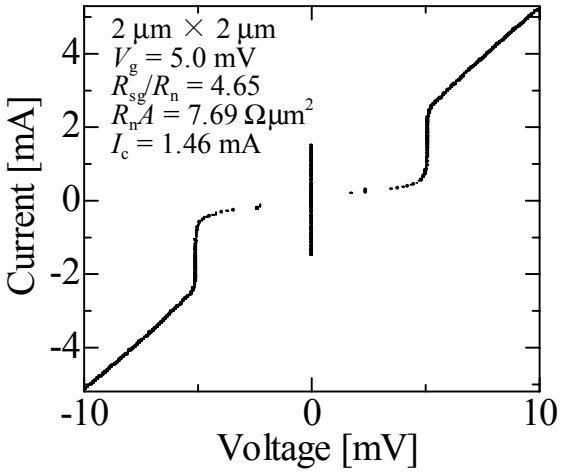

図 1　NbN/AlN/NbN の I-V 特性

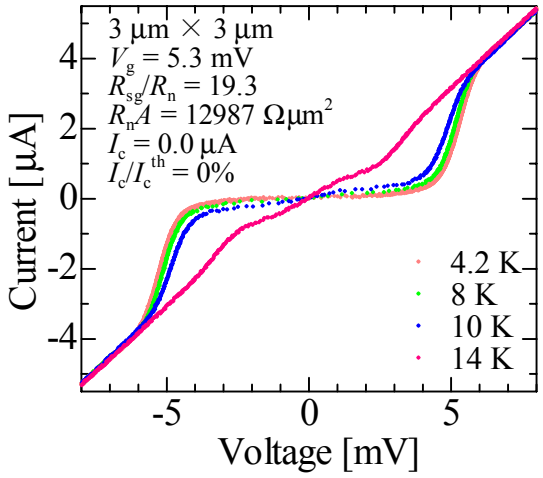

図 2　様々な測定温度における NbN/AlN/Ni/AlN/NbN の I-V 特性

【Keywords】 超伝導、宇宙電波天文、SIS 接合、微細加工、磁性バリア