

Title	Cr酸化物をバリアとするNbトンネル接合の製作
Author(s)	市川, 佳子
Citation	
Issue Date	2002-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	none
URL	http://hdl.handle.net/10119/2918
Rights	
Description	Supervisor:今井 捷三, 材料科学研究科, 修士

Cr 酸化物をバリアとする Nb トンネル接合の製作

市川佳子 (今井研究室)

(1) はじめに

SIS(Superconductor-Insulator-Superconductor)接合を用いた電磁波ミキサは、主に電波天文分野におけるミリ波サブミリ波帯(30GHz~1THz)の観測に使用されている。これは、SIS 接合のミキサはその雑音温度を理論的には量子限界(h/k)まで下げることができる特性をもつためである。ミリ波サブミリ波帯域の信号は微弱であるため、受信系の雑音をできる限り小さくする必要がある。しかしながら、SIS 接合を使用する限り本質的に発生するジョセフソン電流は、雑音の一因となる。実用上は外部磁場(磁石)を用いジョセフソン電流を外的に消去して、低雑音ミキサとして使用する。本研究では、外部磁場を用いず、内的にジョセフソン電流を消去するための「磁性バリア」を用いた SIS 接合を作製し、電気特性の検討を行うことを目的とする。磁性バリアとしては Cr 酸化物を選択した。

(2) 実験

DC マグネトロンスパッタ法により、Si 基板の上に Nb/CrOx/Nb および Nb/Al/CrOx/Nb の3層(4層)薄膜の製作を行った。到達真空度は 1×10^{-7} Torr 以下、Cr 膜厚は 0.5nm~10nm とし、 O_2 圧と時間を変えた自然酸化により酸化物層(障壁層)を形成した。製膜終了後、フォトリソグラフィ、RIE などの微細加工により接合部を作製し、dc I - V 測定を実施した。ギャップ電圧 V_g 、ノーマル抵抗 R_n から算出される直流ジョセフソン電流の理論値 $I_c(th)$ と実測値 I_c の比較 ($I_c/I_c(th) < 5\%$: 目標値)、接合抵抗 $R_n A$ 、リーク電流パラメータ R_{sg}/R_n などについて調査した。

(3) 結果

どの構造においても、 $V_g \sim$ 約 2.6mV のギャップ構造を確認できた。また、 $I_c/I_c(th)$ は AlOx 接合のそれと比べて全体的に小さくなった。しかしながら R_{sg}/R_n は 2~4 と小さく、リーク電流が大きい傾向はどちらの構造でも同じであった。Cr 膜厚に対しては、膜厚の増加に伴い、 $R_n A$ は減少(図1)し、 $I_c/I_c(th)$ は大きくなる(図2)ものの、 R_{sg}/R_n の顕著な変化はみられずリーク電流が大きいことがわかった。障壁層に磁性バリア CrOx または Al/CrOx を用いた SIS 接合の作製は可能であり、ジョセフソン電流が抑圧されることも確認できたが、ミキサとしての特性が不十分である。今後は製膜条件を含め、作製方法の検討が必要であると考えられる。

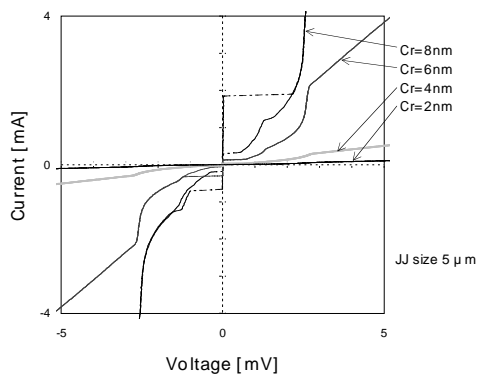


図1 Nb/CrOx/Nb の dc I - V 特性

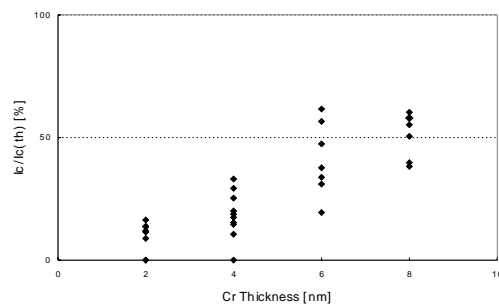


図2 Nb/CrOx/Nb 接合の I_c 特性

Keyword SIS 接合 磁性バリア ジョセフソン電流 ギャップ電圧