

Nb/Al/AlO_x/Al/Nb 接合におけるサブギャップ電流の考察Study on Subgap Current in Nb/Al/AlO_x/Al/Nb Junctions○池谷瑞基¹, 酒井剛¹, 小嶋崇文², 野口卓² (1. 電気通信大学、2. 国立天文台)○Mizuki Ikeya¹, Takeshi Sakai¹, Takafumi Kojima², Takashi Noguchi²

(1.The University of Electro-Communications, 2.National Astronomical Observatory of Japan)

E-mail: mizuki.ikeya@uec.ac.jp

【はじめに】我々は Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) 望遠鏡の将来開発の一つとして、受信機の広帯域化を推進している。最も重要な要素は Superconductor Insulator Superconductor (SIS) ミキサであり、高品質かつ高臨界電流密度 ($J_c = 10 - 30 \text{ kA/cm}^2$) を有する SIS 接合が要求される。高臨界電流密度を実現するには、絶縁層の厚みを極めて薄くする必要があるが、絶縁層を薄くするとサブギャップ電圧領域のリーク電流が増加してしまう傾向がある。Nb/Al/AlO_x/Nb 接合の場合、上側の Nb 層をスパッタする際に AlO_x 層上に Nb の低級酸化物が生成され、絶縁層の破壊や状態密度の広がりが生じることから、リーク電流が増加すると考えられる。絶縁層と上側の Nb 層の間に Al 層を追加することにより Nb の低級酸化物の生成を抑制でき、リーク電流の低減が期待できる。

【実験方法】 Nb/Al/AlO_x/Al/Nb および Nb/Al/AlO_x/Nb 接合の I - V 特性について、必要なパラメータを考慮して数値計算を行った。Nb/Al/AlO_x/Nb 接合のみ、オーミック電流を与えるパラメータを考慮している。また Nb/Al/AlO_x/Al/Nb 接合において、TEM による断面観察と EDX 分析を行った。

【結果】 Fig.1 に I - V 特性の評価結果およびフィッティング結果を示す。それぞれよくフィットした計算結果が得られたが、Nb/Al/AlO_x/Nb 接合ではオーミック電流を考慮する必要があった。Fig. 2 に TEM による接合の断面観察結果および EDX 分析結果を示す。TEM 画像から 1 nm 程度の絶縁層形成を確認した。また Nb 輝線は上部 Al 層でより多く検出されている。

【考察】フィッティング結果から、Nb/Al/AlO_x/Nb 接合では Nb との反応により AlO_x バリアに欠陥や常伝導チャネルが発生し、リーク電流の増加の原因となっていると考えられる。Nb/Al/AlO_x/Al/Nb 接合のバリア界面付近の EDX 分析の結果は、上部 Al 層が上部 Nb と AlO_x バリアとの接触を防ぐバッファ層として機能していることを示している。この上部 Al バッファ層が上部 Nb 堆積時に良質な AlO_x バリア層を保護しているため、リーク電流の少ない良好な接合が得られたものと考えられる。

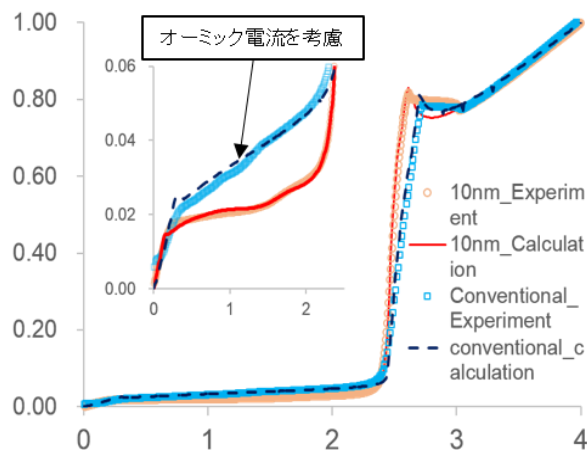
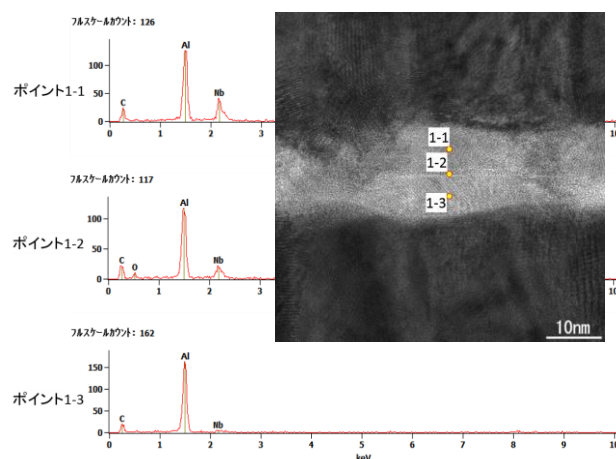
Fig. 1 I - V カーブフィッティング結果

Fig. 2 TEM による接合断面観察結果及び EDX 分析結果