

V21b 窒化アルミニウムバリア SIS 接合素子の開発

遠藤 光^{1,2}、野口卓²、田村友範² (1:東京大学・日本学術振興会特別研究員 DC、2:国立天文台)

サブミリ波帯において広帯域動作する SIS 接合素子を作製するためには、周波数に比例して高い臨界電流密度 (J_C) を持った SIS 接合を作製する必要がある。例えば、787 - 950 GHz 帯で比帯域 20% を確保するためには、 $J_C > 20 \text{ kA cm}^{-2}$ が必要である。電子のトンネル確率を大きくする必要がある。しかし、酸化アルミニウム (AlO_x) をバリア層に用いた既存の SIS 接合は $J_C \sim 10 \text{ kA cm}^{-2}$ で ~ 3 原子層という極限的薄さに到達するため、これ以上薄く、かつ欠陥の少ないバリア層を作製することは困難である。これに対し、 AlO_x よりもトンネルポテンシャルの低い窒化アルミニウム (AlN_x) を SIS 接合のバリア材料として採用すれば、同じ J_{critical} をより厚い絶縁膜で実現することができる。このため、欠陥の少ない高品質な SIS 接合を作製する上で有利である。

このように SIS 接合素子を広帯域化する上で優れた特性の期待できる AlN_x バリアであるが、アルミニウム薄膜の窒化はプラズマ反応を要し、最適な製作条件は明らかにされていない。我々は $P_{\text{N}_2} > 10 \text{ Pa}$ の高窒素圧力条件の下で $J_C > 20 \text{ kA cm}^{-2}$ を達成する Nb/Al- AlN_x /Nb SIS 接合を作製することに成功している (日本天文学会 2006 年春季年会発表)。そこで、さらにリーク電流の小さい高品質な接合の作製条件を調べるために、さまざまなプラズマ窒化条件のもとで Nb/Al- AlN_x /Nb SIS 接合を作製し、その特性の変化を調べた。特に、これまで純粋窒素プラズマ中で窒化反応を行っていたのに対し、新しく窒素・アルゴン混合気体中でのプラズマ窒化を試みた。その結果、アルゴンに対する窒素の割合を小さくすることで、接合の品質を損なうことなく ($R_{\text{sg}}/R_{\text{N}} = 10 \sim 20$) 臨界電流密度を向上できる傾向があることが明らかになった。本年会ではこの結果に加え、窒化反応の時間や気体流量と接合の特性との関係の実験的研究結果を示す。