

NbN/AlN<sub>x</sub>/NbN 接合における下部 NbN 層表面粗さの影響Effects of surface roughness of base NbN layers in NbN/AlN<sub>x</sub>/NbN junctions名大院工 船井 辰則, 坂本 隼也, 内藤 直生人, <sup>○</sup>赤池 宏之, 藤巻 朗Nagoya Univ. T. Funai, S. Sakamoto, N. Naito, <sup>○</sup>H. Akaike, A. Fujimaki

akaike@nuee.nagoya-u.ac.jp

はじめに 我々は、障壁層として Al のラジカル窒化 AlN<sub>x</sub> を用いた NbN/AlN<sub>x</sub>/NbN 接合を提案し、この接合を高周波電磁波検出器や超伝導集積回路に応用するため、接合の高品質・高臨界電流密度化への検討を進めてきた[1][2]。その結果、最近になって、臨界電流密度 ( $J_c$ ) が最大で 16 kA/cm<sup>2</sup> までの接合を作製することに成功した。また、 $J_c=4.4$  kA/cm<sup>2</sup> 時に接合臨界電流値 ( $I_c$ ) の最大最小ばらつきが ±1.5%、接合品質パラメータ  $R_{sg}/R_n=19$  ( $R_n$ : 接合常伝導抵抗、 $R_{sg}$ : 3mV での接合サブギャップ抵抗) のものまで実現している[3]。その検討を進める際、用いる NbN 電極の特性、特に表面粗さが、接合特性に影響を与えることがわかってきた。そこで、本報告では、下部 NbN 電極の表面粗さと接合特性との関係について報告する。

実験及び考察 比較検討した NbN/AlN<sub>x</sub>/NbN 接合は MgO(100) 基板上に作製したものである。その際、2 種類の NbN 電極を用いた。1 つは表面粗さの小さい NbN 電極で、臨界温度  $T_c$ 、20K における抵抗率  $\rho_{20K}$ 、表面粗さの指標 Rms 値がそれぞれ 16.0 K, 69.2  $\mu\Omega \cdot \text{cm}$ , 0.27 nm であり、他方は表面粗さが中程度の  $T_c$ :16.3 K,  $\rho_{20K}$ :60.0  $\mu\Omega \cdot \text{cm}$ , Rms:0.42 nm の NbN 電極である。基本的な接合作製プロセスは、従来通り[1][2]である。各 NbN 電極を用いたときの接合の  $R_{sg}/R_n$  と  $J_c$  の関係を図 1 に示す。10 kA/cm<sup>2</sup> 近傍を除く  $J_c$  の範囲において、Rms 値の小さい NbN 電極を用いた方が  $R_{sg}/R_n$  の大きな接合となっていることがわかる。つまり、高品質接合を作製する際には、表面粗さの小さな電極を用いる必要があることがわかる。次に、Al 膜厚を変化させたときの接合ギャップ電圧  $V_g$  の遷移幅  $\Delta V_g$  の結果を図 2 に示す。Al 窒化条件はすべて同じである。両接合とも  $V_g$  の違いはあまり見られなかったものの、 $\Delta V_g$  には違いが見られた。同じ膜厚の Al に対しては、表面粗さの小さい電極を用いた接合の方が、大きな  $\Delta V_g$  を示した。また、 $J_c$  も小さくなる傾向が見られた。これらのことから、表面粗さの小さな電極を用いた場合、Al の膜厚分布が小さくなり、また、その平均実効膜厚が大きくなっているのではないかと推測される。

参考文献 [1] 船井他, 第 72 回応用物理学会学術講演会 31-p-ZM-2、[2] 内藤他, 第 72 回応用物理学会学術講演会 31p-ZM-1、[3] H. Akaike et al., 2012 Applied Superconductivity Conference, 1EE-01.

謝辞 本研究は、科学研究費基盤研究(B)(課題番号 22360124)によって支援されている。

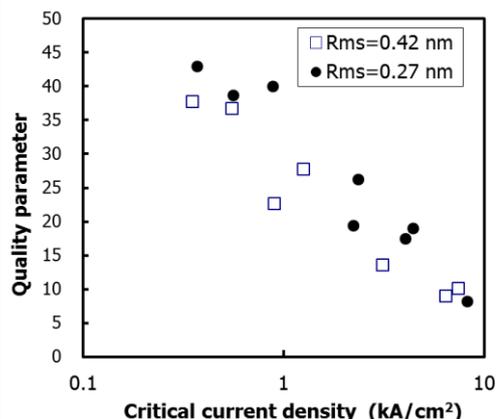


Fig.1 Dependence of  $R_{sg}/R_n$  on  $J_c$  in NbN/AlN<sub>x</sub>/NbN junctions with different NbN electrodes.

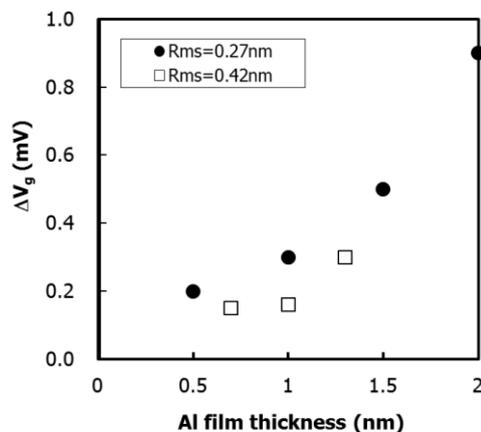


Fig.2 Dependence of  $V_g$  and  $\Delta V_g$  on Al film thickness in NbN/AlN<sub>x</sub>/NbN junctions with different NbN electrodes.