

原子層堆積法により成膜した窒化ニオブ (NbN) 膜の超伝導特性

Superconducting characteristics of NbN films deposited by atomic layer deposition (ALD) process

産総研¹ ○浮辺 雅宏¹、藤井 剛¹、志岐 成友¹、大久保雅隆¹

AIST¹ ○Masahiro Ukibe¹, Go Fujii¹, Shigetomo Shiki¹, Masataka Ohkubo¹

E-mail: ukibe-m@aist.go.jp

背景: 宇宙空間における有機分子の合成過程 (分子進化) では、解離性再結合 (Dissociative recombination: DR) で生成される中性ラジカル (フラグメント) が重要な役割を担っている。そのため、分子進化の詳細な解析では、静電型イオン蓄積リングに蓄積された種々の分子間の低速衝突反応で生成する分子量の異なる中性フラグメントの運動エネルギー及び頻度分布を、エネルギー弁別型検出器により同時に測定することで、分子を同定、その分岐比を評価することが重要である。現在、静電型イオン蓄積リングでの中性フラグメント測定に適用することを目指し、2K 以上の温度で動作可能な高性能 NbN/AlN/NbN STJ (NbN-STJ) アレイ粒子検出器の開発を進めている。NbN-STJ アレイ粒子検出器の高性能化には、トンネル層 (AlN) を 0.1nm 程度の高い精度で厚さを制御しながら、欠陥無く形成する必要があるが、これまで NbN-STJ 素子の作製に使用されていたスパッタ法¹では、得られる NbN 膜の表面荒さや AlN 膜厚の制御性の点で、NbN-STJ アレイ粒子検出器に必要な高品質 NbN/AlN/NbN 超伝導多層膜を大面積で得る事は困難である。そこで、原料化合物分子 (プリカーサー) をモノレイヤーで吸着させ、化学反応により原子一層ずつ目的とする物質を成膜する原子層堆積法 (ALD)²を用いて、高品質 NbN/AlN/NbN 超伝導多層膜の成膜を行っている。上記多層膜の最適成膜条件決定に向け、3つの異なる基板温度で成膜した NbN 薄膜の超伝導特性を評価した。

実験: プリカーサーには、t-ブチルイミドトリスジエチルアミノニオブ (TBTDEN) [C₁₆H₃₉N₄Nb] を、基板には NbN との格子整合が良好な M 面のサファイア基板を使用し、産総研ナノプロセス施設において NbN 膜を成膜した。成膜に使用した ALD 装置では、基板に吸着した TBTDEN を H₂ プラズマにより解離、NbN 膜としている。成膜時の基板温度をそれぞれ 275、325、375 度として NbN 薄膜を 10 nm ずつ成膜し、その超伝導特性を評価した。基板温度 325 度で成膜した NbN 膜は、5.5K で超伝導転移を示した。同試料の超伝導転移温度近傍の抵抗温度 (R-T) 曲線を図 1 に示す。本研究は科研費 (15H03599) の助成を受けたものである。

1) Z. Wang, et. Al., Appl. Phys. Lett., 102, 142604(2013).

2) <http://aldjapan.com/%E5%8E%9F%E7%90%86/>.

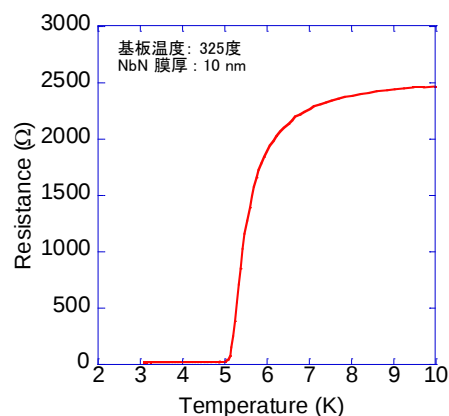


図 1. NbN 薄膜の転移温度近傍の R-T 曲線