原子層堆積法で成膜したNbN/AlN/NbN多層膜の結晶性評価

Evaluating crystallinity of NbN/AlN/NbN films deposited by atomic layer deposition

産総研[1] ○浮辺 雅宏[1]、藤井 剛[1]、志岐 成友[1]、大久保雅隆[1]

AIST[1] ○Masahiro Ukibe[1], Go Fujii[1], Shigetomo Shiki[1], Masataka Ohkubo[1]

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

背景：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。検出器作製に必要なNbN/AlN/NbN多層膜の成膜には、0.1nm程度と極薄のトンネル層(AlN)をその厚さを高精度で制御しながら、欠陥無く形成する必要があるため、これまでNbN-STJ素子の作製に通常使用されていたスパッタ法[1)]に代わり、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)を用いている。これまで、NbN単層膜の成膜条件の最適化及び、急速熱処理（Rapid Thermal Annealing:RTA）による超伝導転移温度(T_C)の改善を試み、膜厚50nmのNbN膜で13Kという、スパッタ法で成膜したNbN膜と同程度、ALD製の膜としてはこれまでで最高のT_Cを得る事に成功した。一般的に超伝導薄膜は、膜厚を厚くする事によりTcが上昇する、そこで、16K以上のTcを実現するためNbNの膜厚を100 nmとしたNbN/AlN/NbN多層膜をALDで成膜、その結晶性及びTcを評価した。

実験：基板としてこれまで同様、サファイア（M面）を使用した。NbN/AlN/NbN多層膜の各層の厚さは100nm/1.7nm/100nmとした。NbN、AlNのプリカーサとしては、それぞれTBTDEN、TMAを使用した。得られた多層膜の表面モーフォロジー及び結晶方位を評価した。得られたSqの平均値は3.38nmであった、これは膜厚50nmの場合の0.8 nmに比べ4倍以上の値であった。[2)] 次に得られたX線回折スペクトルを図2に示す。50nmのNbN層でも見られたδ-NbN(200)、(220)面からのピークに加え、δ-NbN(111)面に由来するピークも見られた。また(200)、(220)面に関しても、そのピーク強度比が、単層膜と多層膜では異なっていることから、両者の結晶性が異なることが分かった。

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) M. ukibe, et. al., IEEE Trans. Supercond., 27,2201404(2017).

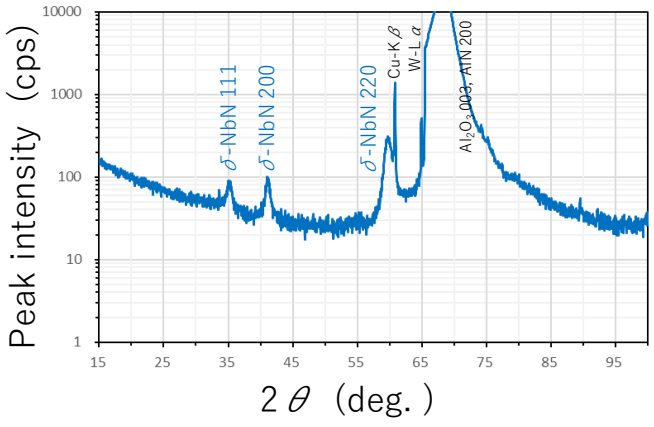

図.1 NbN/AlN/NbN多層膜のθ－2θスキャンデータ

© 2018年 応用物理学会