全エピタキシャル SIS 接合作製に向けた Nb 薄膜の品質と 陽極酸化レートの評価

Evaluation of film quality and anodization rate of Nb thin film for fabrication of all-epitaxial SIS junction

山形大学¹ ⁰成澤 拓哉¹, 小田島 康洸¹, 犬飼 裕樹¹, 齊藤 敦¹

Yamagata Univ.¹, ^oTakuya Narisawa¹, Yasuhiro Odashima¹, Yuki Inukai¹, Atsushi Saito¹ E-mail: tct97843@st.yamagata-u.ac.jp

1. はじめに

電磁波受信機の性能を向上させるためには、受信機 内部にある SIS 接合の構造的欠陥による非トンネル 電流を低減することが必要である[1]。これらは、超伝 導薄膜の高品質化を含めた SIS 接合の作製プロセス の改善により可能であると考えられている[1]。我々は 超伝導薄膜として Nb を用いており、上下両電極共に 高品質な全エピタキシャル SIS 接合の作製を目標と している。これまで、NbN 系では全エピタキシャル SIS 接合の作製が報告されているが[2]、Nb 系では他 研究機関においても作製報告例は未だにない。本研究 では、デバイス作製プロセスで一般的に用いられてい る陽極酸化に注目し、Nb 系全エピタキシャル SIS 接 合の品質評価法となり得るかの検討を行っている。Nb の品質がプロセス中に評価可能となれば、XRD に代 わる品質評価方法として非常に効率的になると予想さ れる。本研究では Nb 薄膜の品質と陽極酸化レートの 関係を明らかにすることを目的とした。

2. 実験原理および方法

Nb 薄膜の成膜には DC マグネトロンスパッタリン グを用いた。 SiO2 基板には室温で Nb を成膜した。r 面サファイア基板には室温によるものと 480 ℃ に昇 温したものと、二つの方法で Nb を成膜し、結晶性の 異なる Nb 薄膜を作製した。膜厚は 50~200 nm とし た。Nb 薄膜の成膜後、DFM による表面粗さ、XRD に よる結晶構造の比較、および *R-T* 測定による Nb 薄膜 の抵抗率を求めることによって、結晶性の異なる Nb 薄膜の品質の比較を行った。その後、Nb/SiO2 と Nb/r-plane sapphire の陽極酸化を行った。ガラス容器に 濃度 0.1 wt%、温度 25 ℃ のリン酸溶液を入れ、直流 電源の陽極側にサンプル、陰極側に銅板をそれぞれ接 続した。それらをリン酸溶液に浸して定電流 1 mA を バイアスし陽極酸化を行った。

3. 実験結果

Fig. 1 に室温で成膜した Nb/SiO₂、および室温と 480℃ で成膜した Nb/r-plane sapphire の20/0 測定結果 を示す。室温で成膜した Nb/SiO₂ と Nb/r-plane sapphire ではどちらもアモルファス Nb であることが確認でき た。昇温して成膜した Nb/r-plane sapphire は、200 面で





ー軸成長した Nb であることが確認できた。以上の結 果から、結晶性の異なる Nb 薄膜を作製することがで きた。Fig. 2 に、各サンプルにおける陽極酸化レート の膜厚依存性を示す。アモルファス Nb では基板、膜 厚の違いによらずレートはほぼ一定であった。またー 軸成長した Nb のレートは、アモルファス Nb のレー トよりも早いことがわかった。以上の結果より、Nb の結晶性と陽極酸化レートの関係を明確にでき、SIS 接合作製過程における Nb の結晶性の評価を陽極酸化 により可能であるという有用な結果を示すことができ た。講演では、アモルファス Nb、200 面および 110 面 に一軸成長した Nbにおける陽極酸化レートに加えて、 結晶性と導電性との関係についても述べる。

4. 参考文献

- [1] T. Noguchi, et al., *IEICE* Technical Report SCE2008-34 P.11-16. (2009)
- [2] A. Kawakami, et al., J. Appl. Phys., 90, 4796 (2001)