

HfO_x 障壁層を持つ NbTiN 接合の特性改善に向けた検討

Investigation for improvement of electrical characteristics of NbTiN junctions with HfO_x tunnel barriers

大同大工¹, 名大院工², [○]赤池 宏之¹, 榊原 啓人², 宗本 健太郎², 藤巻 朗²

Daido Univ.¹, Nagoya Univ.², [○]H. Akaike¹, Y. Sakakibara², K. Munemoto², A. Fujimaki²

E-mail: h-akaike@daido-it.ac.jp

1. はじめに

我々は、電磁波検出器への応用を目指して、NbTiN トンネル接合技術の検討を進めている。これまでに、NbTiN との反応性が低いと思われる Hf に着目し、熱酸化 HfO_x 障壁層[1]を用いて、Si 基板上に NbTiN/Hf-HfO_x/NbTiN 接合を作製し、その特性評価を行ってきた。その結果、Hf の抵抗率を減少させることにより、ギャップ電圧 V_g が 4.3mV、品質パラメータ R_{sg}/R_n (R_{sg} :サブギャップ抵抗, R_n :常伝導抵抗)が9までの接合を実現している[2]。ただし、準粒子トンネル特性の角型性が十分でなく、ギャップ電圧における立ち上がり近傍で大きな丸みを帯びた特性となっていた。今回、我々は、この準粒子トンネル特性の角型性を改善すべく、NbTiN の結晶性及びトンネル障壁材料に着目し、その影響を調査した。

2. 実験及び考察

NbTiN の結晶性は、基板材料により大きく変更することができる。そこで、本研究では、基板として熱酸化膜付 Si 基板及び MgO(100)基板を用いた。これにより、接合下部電極となる NbTiN 層を、(111)、(200)配向膜及び(200)配向エピタキシャル膜と作り分けることができる。接合三層膜の堆積は従来通りの DC マグネトロンスパッタ法を用いて行い、トンネル障壁層は、4.2K での抵抗率が $42 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ となる Hf を 2nm 堆積させた後に、その表面を熱酸化して形成した。4.2K での電流電圧特性を図1に示す。縦軸は、 IR_n で規格化されている。MgO 基板上の NbTiN 膜の堆積には、Si 基板に対する最適化された成膜条件を用いたため、接合の V_g が Si 基板上のものと比較し 0.4mV 小さくなったが、準粒子トンネル特性の角型性については大きな差は見られなかった。従って、NbTiN の結晶性はあまり影響していないように思われる。

次に、トンネル障壁層としてラジカル窒化 AlN_x 障壁[3]を用いた場合の接合の特性を図2に示す。基板は MgO である。AlN_x 障壁の場合、NbN 接合では比較的良好的な角型性を持つ特性を示すものの[4]、本 NbTiN 接合では AlN_x 障壁を用いた場合でも、角型性については大きな違いが見られなかった。この点を考慮すると、上記 NbTiN 接合の特性は NbTiN 層の超伝導特性に起因するものである可能性がある。現在、さらなる検討を進めている。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 16H00866 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1]. 宗本 他, 2016 春応物 20a-P3-30. [2]. 宗本 他, 2016 秋応物 15p-D61-4.
[3]. H. Akaike, et al.: IEEE Trans. Appl. Supercond., Vol. 26 (2016) 1100805.
[4]. H. Akaike, et al.: IEEE Trans. Appl. Supercond., Vol. 23 (2013) 1101306.

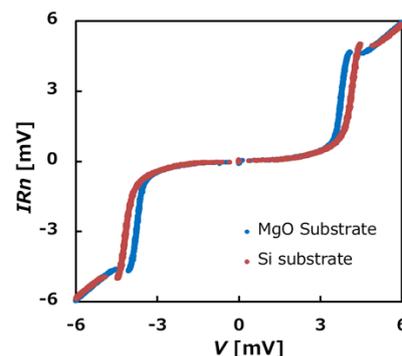


Fig. 1. I - V characteristics ($IVCs$) of NbTiN/Hf-HfO_x/NbTiN junctions on different substrates

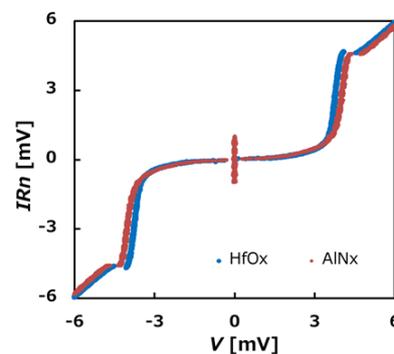


Fig. 2. $IVCs$ of NbTiN junctions with a HfO_x or AlN_x barrier.