

課題番号 : F-19-TU-0026
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 準粒子状態観測に向けた微細ジョセフソン接合の作製
Program Title (English) : Fabrication of Josephson junctions for observing quasiparticle states
利用者名(日本語) : 井上悠
Username (English) : H. Inoue
所属名(日本語) : 東北大学 学際科学フロンティア研究所 / 東北大学 金属材料研究所
Affiliation (English) : Frontier Research Institute for Interdisciplinary Sciences and Institute for Materials Research, Tohoku University
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、膜加工・エッチング、成膜・膜堆積

1. 概要(Summary)

超伝導体と絶縁体を接合して作られるジョセフソン接合素子は、量子計算のプラットフォームとして有力である。超伝導状態を制御して正確に量子演算を行うためには、微細な構造が明確に定義された高品質な素子を作製することが重要である。今回、高品質な素子の実現を目指し、東北大学ナノテク融合技術支援センターの設備を利用して、微細ジョセフソン接合素子の作製を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

EB 描画装置
イオンミリング装置

【実験方法】

絶縁体薄膜を成長した InP(111)基板(東北大学金属材料研究所の装置を使用して作製)上に、電子線リソグラフィを行って超伝導体の微細構造を作製した。条件は以下である。

1. EBレジスト MMA(8.5)MAA EL6(Microchem 社)を 6000 rpm でスピコート。150°Cで 90 秒ベーク。
2. EBレジスト 495 PMMA A6(Microchem 社)を 6000 rpm でスピコート。150°Cで 5 分ベーク。
3. EB 描画装置を用い、ビーム電流 1 nA、ドーズを 300 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ から 1000 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ まで変化させて露光。
4. Methyl isobutyl ketone : isopropyl alcohol = 1:3 の混合溶液で現像。
5. 酸素プラズマクリーナ(外部)とイオンミリング装置で表面をクリーニング後、RF スパッタ装置(外部)で Ti 3 nm、Nb 65 nm を堆積。
6. 50 度に加温したアセトン中でリフトオフ。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

東北大学金属材料研究所にある走査電子顕微鏡で撮影した素子の二次電子像を Fig. 1 に示す。当該の素子を作製するときに用いた電子ビームのドーズは 700 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ である。InP 基板の上に堆積してある絶縁体と、その上に堆積した Nb では 2 次電子の放出係数が異なるため、Nb の部分が薄い灰色に見える。ジョセフソン接合は 2 つの Nb の島の間に形成され、その寸法は長さ 6.8 μm 、幅 0.25 μm とほぼ設計通りに構造が作製されていることが確認できた。

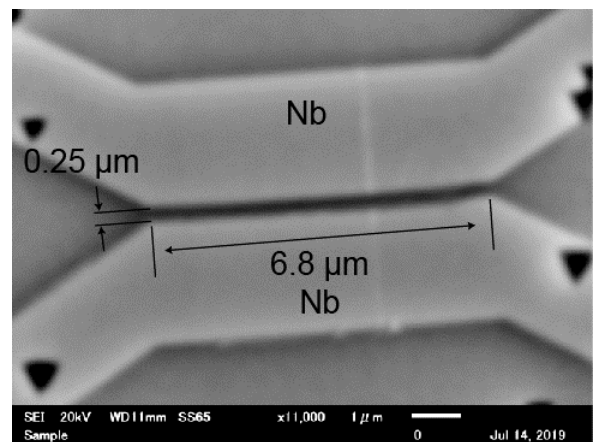


Fig. 1 SEM image of fabricated Josephson junction.

4. その他・特記事項(Others)

本プロジェクトの内容について技術的な相談に応じてくださった、戸津健太郎准教授と森山雅昭助教、そして技術指導を行ってくださった辺見政浩研究員および菊田利行研究員に感謝申し上げます。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許(Patent)

なし