

課題番号 : F-18-NM-0059
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : YBCO-Sr₂RuO₄超伝導接合の作製
Program Title(English) : The formation of YBCO-Sr₂RuO₄ superconducting junction
利用者名(日本語) : 石黒亮輔
Username(English) : R. Ishiguro
所属名(日本語) : 日本女子大学理学部数物科学科
Affiliation(English) : Department of Mathematical and Physical Sciences, Faculty of Science, Japan Women's University
キーワード/Keyword : ナノエレクトロニクス、リソグラフィ・露光・描画装置、電子ビームリソグラフィ、YBCO、Sr₂RuO₄、超伝導接合

1. 概要(Summary)

本研究では、d 波スピン一重項超伝導状態が確立している YBCO と p 波スピン三重項超伝導状態が実現していると考えられる Sr₂RuO₄ を用い、YBCO-Sr₂RuO₄-YBCO 超伝導接合デバイスを作製し、超伝導対称性の異なった系におけるジョセフソン効果についての研究を行う。この YBCO-Sr₂RuO₄-YBCO 超伝導接合は、バルクの単結晶 Sr₂RuO₄ の劈開面に YBCO 薄膜が形成された基板に形成するが、1 μm 以下の構造を持つため電子ビームリソグラフィを用いる必要がある。しかしながら、劈開した単結晶 Sr₂RuO₄ の表面はフラットではないため、そのような劈開表面に電子ビームリソグラフィを行うことはトライアルであり、このプロセスの確立のために、物質・材料研究機構(NIMS)ナノテクノロジー融合ステーション/NIMS 微細加工 PF の設備を利用した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 100kV 電子ビーム描画装置、高速マスクレス露光装置、レーザー露光装置、プラズマアッシャー、全自動スパッタ装置、12 連電子銃型蒸着装置、多目的ドライエッチング装置、化合物ドライエッチング装置、走査電子顕微鏡、3次元測定レーザー顕微鏡、触針式表面段差計

【実験方法】

最初に 5×5 mm で厚みが 0.5 mm 程度の劈開された単結晶 Sr₂RuO₄ に対して、レーザーリソグラフィにて電子ビームリソグラフィ用のレジストレーションマークを形成した。その後、YBCO 電極を形成するため SiO₂ マスクを電子ビームリソグラフィとスパッタにて作製した。その後、共同研究先で YBCO 膜を成膜した。その後、電子ビームリソグラフィとドライエッチングによって YBCO を電極の形に整形した。その後の配線の短絡保護のため、レーザーリソグラ

フィとスパッタにて電極以外の部分に SiO₂ 膜をリフトオフ法にて形成した後、金属配線をレーザーリソグラフィと電子銃蒸着によるリフトオフ法にて形成した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

YBCO/Sr₂RuO₄ 接合形成後の結晶の光学写真を Fig. 1 に示す。表面が均一でない影響によりすべての接合が設計通りにはできなかったが、1 μm 以下の構造を持った接合を測定に十分な数作製することが出来た。

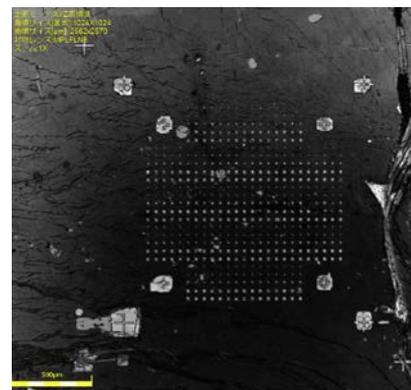


Fig. 1 Pictures of the Sr₂RuO₄ crystal surface formed YBCO/Sr₂RuO₄ contacts.

4. その他・特記事項(Others)

- ・共同研究者: 京都大学 三好拓人、米澤進吾、前野悦輝
- ・競争的資金: JSPS Core-to-Core program
- ・技術支援者: 大里 啓孝(NIMS 微細加工 PF)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 三好拓人 *et al.* 日本物理学会第 74 回年次大会 (2019)

6. 関連特許(Patent)

無し