

課題番号 : F-19-HK-0056
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 超伝導デバイスの作製
Program Title (English) : Fabrication of superconducting devices
利用者名(日本語) : 境健斗、小野亨太朗、柴田浩行
Username (English) : K. Sakai, K. Ono, H. Shibata
所属名(日本語) : 北見工業大学大学院電気電子工学専攻
Affiliation (English) : Kitami Institute of Technology
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、成膜・膜堆積、膜加工・エッチング、超伝導

1. 概要(Summary)

超伝導ナノ細線を用いた単一光子検出器は、他の材料を用いた検出器より高い性能を示し、近年活発に研究されている。今回、北海道大学ナノテクノロジー連携研究推進室の施設を利用して、高い $T_c=39K$ を有する二ホウ化マグネシウム(MgB_2)を用いた本デバイスのナノ微細加工を行った。また、従来より開発している窒化モリブデン(MoN)および窒化ニオブ(NbN)を用いた検出器の高性能化を進めた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

超高速スキャン高精度電子ビーム露光装置
イオンミリング装置
ヘリコンスパッタリング装置
反応性イオンエッチング装置
原子層堆積装置

【実験方法】

AlN 保護膜付きの MgB_2 極薄膜(厚さ 10~20nm)に、電子ビーム露光装置、イオンミリング装置、ヘリコンスパッタリング装置を用いて、電極およびアライメントマークをリフトオフで形成した。その後、電子ビーム露光装置およびイオンミリング装置を用いて、線幅 100~300nm、大きさ 15mm 角のメアング状ナノ細線に微細加工した。 MoN および NbN 薄膜の場合は、イオンミリングの代わりに反応性イオンエッチング装置を用い、さらに原子層堆積装置を用いてキャビティ構造を形成した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製した MgB_2 ナノ細線単一光子検出素子のレーザー顕微鏡像を Fig.1 に示す。良好な電流電圧特性を示

すと共に単一光子検出可能であることを確認した。一方、検出効率が低く、さらなる微細化が必要であることが判明した。



Fig.1 Photomicrograph of superconducting nanowire using MgB_2

4. その他・特記事項(Others)

・本研究は、JSPS 科研費 18K04255、および、物質・デバイス領域共同研究拠点基盤共同研究助成により実施した。
・他の支援機関の利用: 大阪大学ナノテクノロジー設備共用拠点(F-19-OS-0041)
・北海道大学ナノテクノロジー連携研究推進室の松尾保孝教授、大西広技術員、中野和佳子技術員に感謝します。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) K. Sakai, K. Ohnishi, W. Nakano, Y. Matsuo, D. Sakai, H. Shibata, 32nd International Symposium on Superconductivity, EDP1-9, Kyoto, 5 Dec. 2019.
- (2) K. Ono, I. Kurokawa, K. Sakai, K. Ohnishi, W. Nakano, D. Sakai, H. Shibata, 32nd International Symposium on Superconductivity, EDP1-10, Kyoto, 5 Dec. 2019.
- (3) 柴田浩行、電子情報通信学会 2020 年総合大会チュートリアルセッション、CT-1-5、広島、2020/3/17.

6. 関連特許(Patent)

なし