

課題番号 : F-20-HK-0032
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 device
利用者名(日本語) : 西川真衣、柴田浩行
Username (English) : Mai Nishikawa, Hiroyuki 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やトランジスタなどのデバイスは、ジョセフソン接合を用いたデバイスより作製が容易であるため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、従来より開発している窒化ニオブ (NbN) や窒化モリブデン (MoN)、および、高い $T_c=39\text{K}$ を有する二ホウ化マグネシウム (MgB_2) を用いた超伝導デバイスの微細加工を行った。

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
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
イオンミリング装置

【実験方法】

厚さ 7nm の NbN 薄膜に対して、電子ビーム露光装置及びヘリコンスパッタリング装置を用いてリフトオフ法で電極を作製した。次に電子ビーム露光装置および反応性イオンエッチング装置で直径 $15\mu\text{m}$ 、幅 80nm のメアンダ状細線に加工した。その後、原子層堆積装置で Al_2O_3 を 235nm、さらにリフトオフにより Cr5nm、Au100nm のキャビティ構造をメアンダ細線直上に作製した。また、MoN を用いた単一光子検出器およびトランジスタ、 $20\mu\text{m}$ 幅の MgB_2 細線についても作製を進めた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製した超伝導デバイスの SEM 像およびその拡大図を Fig.1 に示す。直径 $15\mu\text{m}$ の受光部に光ファイバーか

ら微弱光を照射し、検出効率 30%以上で単一光子検出が可能であること確認した。

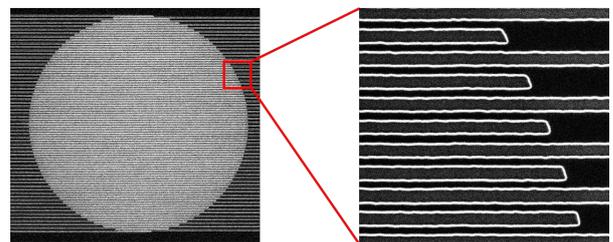


Fig.1 SEM image of superconducting nanostrip single-photon detector (80nm line width)

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-20-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. Ono, T. Hiraki, T. Tsuchizawa, K. Yamada, S. Matsuo, D. Sakai, H. Shibata, 33rd International Symposium on Superconductivity, ED2-7, 1 Dec. 2020.
- (2) 黒川一生、沢井昂平、小野亨太朗、西川真衣、大西広、中野和佳子、酒井大輔、柴田浩行、第 56 回応用物理学会北海道支部学術講演会、C-19、2021/1/10.

6. 関連特許(Patent)

なし