

He イオン顕微鏡を用いた二ホウ化マグネシウム薄膜の微細加工

Nano fabrication of magnesium diboride using He ion microscope

北見工大¹, 大阪大学産業科学研究所², 北海道大学電子科学研究所³, 農工大⁴

小野 享太郎¹, 法澤 公寛², 大西 広³, 中野 和佳子³, 内藤 方夫⁴, 酒井 大輔¹, 柴田 浩行¹

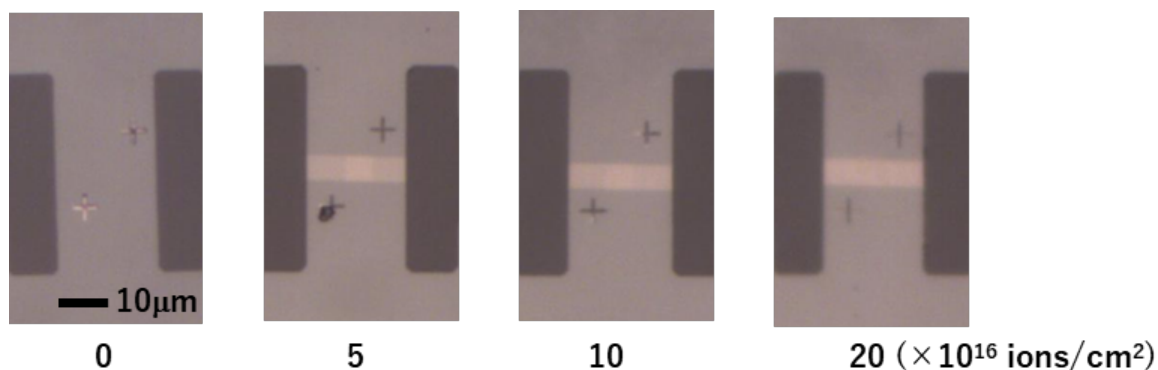
Kitami Inst. Tech.¹, Osaka Univ.², Hokkaido Univ.³, Tokyo Univ. of Agri. and Tech.⁴

Kyotaro Ono¹, Kimihiro Norizawa², Kou Ohnishi³, Wakako Nakano³, Michio Naito⁴, Daisuke Sakai¹,
Hiroyuki Shibata¹

超伝導単一光子検出器 (SNSPD, SSPD) などの超伝導デバイス開発では、ナノサイズの微細加工が必要である。NbN ($T_c=16\text{K}$) では、電子線描画と CF_4 (SF_6) -RIE によるドライエッチングが確立しているが、二ホウ化マグネシウム (MgB_2 , $T_c=39\text{K}$) の場合、Ar イオンミリング法、臭素ガスを用いたドライエッチングなど様々な方法で微細加工される[1]。最近、 1nm 以下に集束した He イオンビームを超伝導薄膜に照射すると、ドーズ量に応じて照射部分が金属、絶縁化することを利用して、 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ や MgB_2 の平面型ジョセフソン接合が作製されている[2]。今回、本手法の MgB_2 -SNSPD 微細加工への応用を試みたので報告する。

分子線エピタキシー (MBE) 法によりサファイア基板上に厚さ 20nm 、 $T_c\sim 28\text{K}$ の MgB_2 薄膜を成長した。保護膜として AlN 薄膜を厚さ 5nm 成長後、電子線描画と Ar イオンミリングによって長さ $50\mu\text{m}$ 、幅 $20\mu\text{m}$ の細線に加工した。その後、He イオン顕微鏡を用いて、 $5\mu\text{m}$ 角の領域が幅 50nm 、ピッチ 100nm のメアンダ細線になるように様々な Dose 量で He イオンを照射した。図に示すように Dose 量に応じた描画跡が光学顕微鏡で確認できる。He イオン照射後も T_c が低下しないことを確認した。講演では、作製した試料の電流電圧特性、および他の描画パターンで作製した試料についても報告する。

[1] H. Shibata, Appl. Phys. Express 7, 103101 (2014), [2] S. A. Cybart et al., Nat. Nanotech. 10, 598 (2015), L. Kasaei, et al., AIP ADVANCES 8, 075020 (2018).



図： He イオン顕微鏡で描画した MgB_2 メアンダ細線の Dose 量による変化

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 (JP18K04255) および公益財団法人電気通信普及財団の助成を受けて実施された。