

課題番号 : F-15-NM-0123
利用形態 : 技術代行
利用課題名 (日本語) : 超伝導トンネル接合X線検出器のためのシリコンピクセル吸収体の加工法の研究
Program Title (English) : Fabrication of silicon pixel absorber for superconducting x-ray detector
利用者名 (日本語) : 志岐 成友
Username (English) : S. Shiki
所属名 (日本語) : 産業技術総合研究所ナノエレクトロニクス研究部門
Affiliation (English) : National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

1. 概要 (Summary)

超伝導トンネル接合(STJ)X線検出器は、高感度・高エネルギー分解能・高速動作を実現する次世代のX線検出器である。しかしながら、X線吸収体が薄膜で形成されているために、検出感度が 1keV 以上で低いことが課題である。そこで吸収体としてバルクシリコン単結晶を用い 1keV~20keV の範囲に感度を有する新たな STJ 検出器を開発している。製作手順は、初めに STJ をシリコン基板上に作成し、次に基板裏面よりシリコン深堀エッチング装置を用いてピクセル構造を形成する。

昨年度までの取り組みにより、シリコン深堀エッチングが STJ にダメージを与えないこと、試作した検出器を用いてX線を検出できること、メタルマスクを用いて高精度の加工が可能であることを確認した。一方、課題として、ピクセル吸収体を加工するために使用するメタルマスクを剥離する際、吸収体に無数の微細な穴が生じることが明らかになった。今年度はこれを解決するための試作を行った。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

- ・ レーザー露光装置
- ・ シリコン深堀エッチング装置

【実験方法】

シリコン基板上に STJ を製作した後、NIMS 微細加工プラットフォームに於いて裏面シリコン基板をピクセル吸収体とする加工を行った。ピクセル吸収体を加工する際のメタルマスクの材料およびマスク除去方法を変えて試作し、従来の方法を含め比較した。

- (1) マスク Al 100nm, マスク除去 SEA-1
- (2) マスク Al 300nm, マスク除去 SEA-1
- (3) マスク Al 300nm, マスク除去 TMAH2.38%
- (4) マスク MgO 200nm, マスク除去 純水

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

最良の形状を示したのは(4)のプロセスである (Fig1.)。微細な穴の数は、条件(3)および(4)が少なく、次いで条件(2)が少なかった。吸収体の形状は条件(4)が最もきれいである。ただし微細な穴は(4)においても残っており、穴が生じる原因の究明と、穴を生じない加工法の研究が必要である。

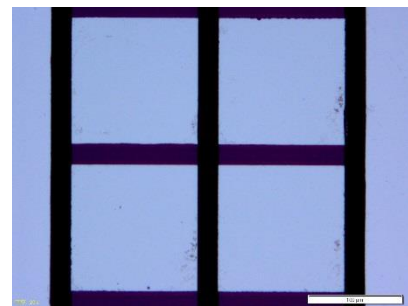


Fig. 1 Scanning laser microscope image of silicon pixel absorber fabricated with using MgO mask.

4. その他・特記事項 (Others)

STJ 検出器の試作は産総研 CRAVITY (Clean Room for Analog and digital superconductivity) で実施した。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) S. Shiki et. al, 16 th International Workshop of Low Temperature Detectors, 平成 27 年 7 月 20 日
- (2) S. Shiki et. al, J. Low Temp. Phys., in press
- (3) 志岐成友, 2015 年第 62 回応用物理学会春季学術講演会, 平成 27 年 3 月 13 日.

6. 関連特許 (Patent)

なし