

課題番号 : F-14-NM-0072
利用形態 : 技術代行
利用課題名 (日本語) : シリコン深堀加工を用いた Si 基板を吸収体とする超伝導トンネル接合検出器の開発
Program Title (English) : Fabrication of Superconducting Tunnel Junction X-ray Detector using Silicon Pixel Absorber
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計測フロンティア研究部門
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。

昨年度は、シリコン深堀エッチングを行うことによる STJ の劣化がないこと、試作した検出器を用いてX線を検出できることを確認した。一方、課題として、動作温度まで冷却する際に断線が発生すること、線幅が設計値 20 ミクロンに対して 35 ミクロンと太くなること明らかになった。今年度は昨年度の課題の克服と、試作した検出器の評価を行った。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

- ・ 高速マスクレス露光装置
- ・ 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。線幅を設計値に近づけるため、Al 薄膜をメタルマスクとして用いた。また冷却時の断線を防ぐため、個々の吸収体の溝を独立とした(Fig. 1)。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

線幅は設計値 20 ミクロンに対して 22~26 ミクロン前後

になった。断線はなくなり、歩留まりは 97%、有感面積は 1mm² に達した(学会発表(1))。エネルギー分解能は 5.9 keV に於いて 150eV 程度、読出しノイズが 20eV 程度である。従来型 STJ で不可能であった 2-4keV 領域のX線吸収スペクトル測定を実現した(学会発表(2))。今後軟X線分光への実用化に向けての課題は、エネルギー分解能、読出しノイズの向上と、有感面積の増大である。

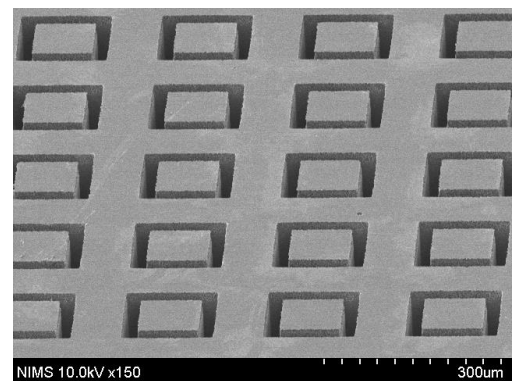


Fig. 1 Scanning electron microscope image of silicon pixel absorber.

4. その他・特記事項 (Others)

本研究は JSPS 科研費 25390142 の助成を受けたものです。STJ は産総研 CRAVITY において製作されました。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) S. Shiki, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 平成 26 年 9 月 20 日
- (2) S. Shiki, 第 28 回日本放射光学会年会, 平成 27 年 1 月 12 日

6. 関連特許 (Patent)

なし