

利用課題番号 : F-13-NM-0040
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検出器の開発
Program Title (English) : Fabrication of silicon pixel absorber for superconducting tunnel junction 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
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 検出器を開発する。

STJ をシリコン基板上に作成し、シリコン基板に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。シリコン深堀エッチングを行うことによる STJ の劣化の有無は未知であるため、加工方法を研究した。また試作したチップの評価を行った。

2. 実験 (Experimental) :

【利用した主な装置】

レーザー露光装置 (DL-1000)

シリコン深堀エッチング装置(MUC-21 ASE-SRE)

【実験方法】

STJ を形成した 10mm 角の Si 基板に、STJ の裏側から深溝の加工を行った。STJ と裏面から刻む深溝の位置を合わせるため、STJ の位置を基準として表面からシリコン深堀エッチング装置を用いてビアを形成した。ビアを基準として裏面のリソグラフィー・シリ

コン深堀エッチングを行った。前術の加工を 3 バッチ行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion) :

試作したチップを図 1 に示す。厚さ 400 μ m の Si 基板に深さ 350 μ m の溝が刻まれている。溝の幅は設計値 10 μ m に比べて広がり、35 μ m になった。原因はエッチングの際にレジストが後退したことで、後退の原因はフォトリソのベーキング温度が標準的なレシピより低いためであると考えられる。今後、メタルマスクの利用を検討する。

試作したチップの特性を 300mK において評価した。常温では配線に異常は見られなかったが、冷却後、2 割の素子の配線が断線した。電流電圧特性はピクセル吸収体の加工を行わなかったチップに比べ 1 桁劣化した。X線を照射し検出器としての特性を測定した[1]。断線や特性の劣化の原因はシリコン深堀エッチング加工を行ったことと考えられる。今後変形に強い素子構造を研究する必要がある。

4. その他・特記事項 (Others) :

シリコン深堀エッチング加工を行った後、表面・裏面・側面を一貫して観察できることが望ましい。赤外線共焦点顕微鏡などの導入を検討していただきたい。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

[1] 志岐成友、藤井剛、浮辺雅宏、小池正記、大久保雅隆、「シリコンピクセル吸収体を有する超伝導トンネル接合アレイ検出器」、2014 年 第 61 回応用物理学会春季学術講演会 20p-F1-5

6. 関連特許 (Patent) :

なし

謝辞

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。

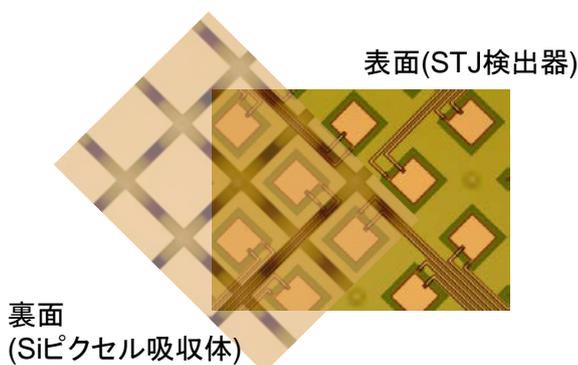


図 1. 試作したチップの顕微鏡写真