

課題番号 : F-21-NM-0104
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : シリコン深堀エッチング装置を用いた超伝導転移端センサアレイの開発
Program Title(English) : Development of Superconducting transition edge sensors array by Si deep RIE apparatus
利用者名(日本語) : 今野俊生
Username(English) : T. Konno
所属名(日本語) : 国立研究開発法人産業技術総合研究所
Affiliation(English) : National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
キーワード/Keyword : フォトニクス、膜加工・エッチング、transition edge sensor/single photon/detector

1. 概要(Summary)

超伝導転移端センサ (Superconducting Transition Edge Sensor: TES) はエネルギー分散型の超伝導検出器として単一光子に対してエネルギー分解能を持ち、微弱光で波長スペクトルの取得を可能とする。我々はイメージング応用に向けて TES を用いた単一光子顕微鏡の開発に取り組んでいる。現状の課題は TES の有効面積が小さいために撮像に時間がかかることであり、TES の多素子化を行うことで測定効率の向上と撮像時間の短縮を目標としている。多素子化 TES デバイスを作製するためには、多層膜パターニングを施したシリコン基板をチップ化することが必要である。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 シリコン深堀エッチング装置

【実験方法】

様々な TES デバイスを以下の要領で作製した。約 20 nm の Ti と約 10 nm の Au からなる近接二重層 TES を Si 基板上に成膜し、Nb 電極を成膜した。TES 層の下に光反射層として Au 誘電層として最適化された膜厚の SiO_2 、TES 層の上に無反射層として最適化された膜厚の SiO_2 や Si_3N_4 などを成膜した。これらの多層膜は光リソグラフィ、Wet エッチング、Dry エッチングによってパターニングした。上記のプロセスの後、厚レジストを用いた光リソグラフィと厚さ 400 μm の Si 深掘りエッチングを行うことで目的のデバイスチップを得た。Si 深掘りのパターンとしてはラケット型、アレイ型、MT 結合型の 3 種類を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

3~4 月にかけてシリコン深堀エッチング装置におけるパルスジェネレータの不具合により、レジスト保護層のエッチングレートが大きく増大し、シリコン基板が貫通する

前に保護層が消失する現象が頻発した。その後不具合が解消され、エッチングレートを再計算することで Fig. 1 示すような良好な TES デバイスの作製に成功した。

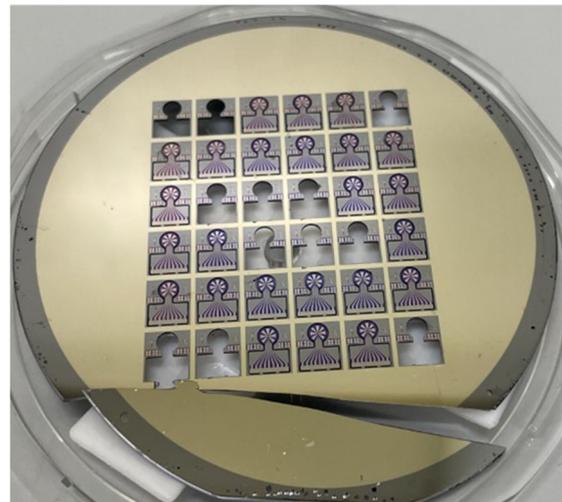


Fig. 1 An image of microcalorimeter devices composed of TES arrays on a Si substrate cut by deep RIE.

4. その他・特記事項(Others)

【共同研究者】産総研 福田大治、服部香里

【技術支援者】NIMS 大里啓孝

【他の利用した支援機関】産総研超伝導クリーンルーム CRAVITY、産総研ナノプロセッシング施設 NPF
・競争的資金: JST、CREST、JPMJCR17N4

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) T. Konno et al., 19th International Workshop on Low Temperature Detectors, July 24th in 2021.

6. 関連特許(Patent)

なし