

課題番号 : F-20-NM-0010
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) は非常に高いエネルギー分解能をもつ単一光子検出器であり、細胞の蛍光を測定してイメージングに応用可能である。本研究では、TES の有効面積を大きくして測定速度を向上するため、および超解像を用いたリアルタイムトラックを可能にするために TES の多素子化を行っている。これらのデバイスを作製するためには、多層膜パターン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。厚さ 400 μm の Si 基板上に約 20 nm の Ti と約 10 nm の Au からなる近接二重層 TES を成膜し、100 nm の Nb 電極をスパッタ装置で成膜した。光閉じ込め構造が必要な場合には、光反射層として 50 nm の Au をスパッタ装置で、誘電層として最適化された膜厚の SiO_2 を CVD 装置で、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 CVD 装置で成膜した。これらの多層膜のパターンニングは光リソグラフィを用いたエッチングもしくはリフトオフによって行った。これらのプロセスの後、厚レジストを用いた光リソグラフィと 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)

深掘りによって TES アレイを搭載した熱量計デバイスを Fig. 1 のように得た。マルチモードファイバを用いた光子測定により、隣り合った素子同士

のクロストークは単一光子測定に影響を与えないレベルであることを確認し、熱的干渉の影響は SiO_2 誘電層で低減できることが明らかになった。実際にクロストークや熱的干渉の影響が極めて低い状態で、複数素子で同時に可視域～近赤外域の光子信号を検出することに成功した。

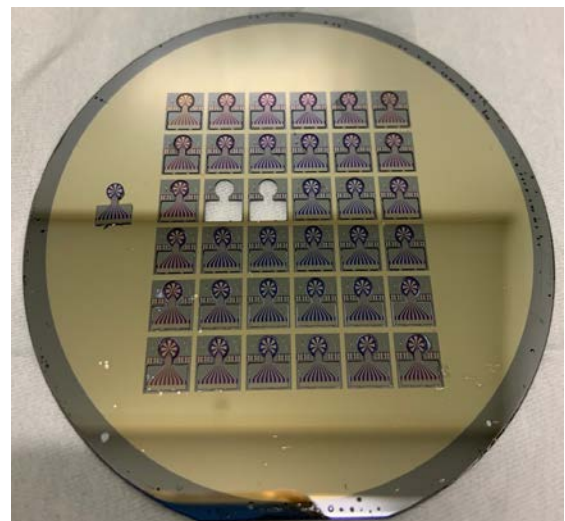


Fig. 1 An image of microcalorimeter devices composed of TES arrays on a Si substrate cut by deep RIE.

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】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)

今野俊生他、2020 年第 81 回応用物理学会秋季学術講演会、令和 2 年 9 月 10 日

6. 関連特許(Patent)

なし