

課題番号 : F-21-UT-0063
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 超伝導転移端センサ型光子数識別器の開発
Program Title (English) : Development of Optical Transition Edge Sensor
利用者名(日本語) : 三津谷有貴, スミス ライアン, 桜剛, 上土井猛, チョガディ モハンマド アミン, 大野雅史, 高橋浩之
Username (English) : Yuki Mitsuya, Smith Ryan, Tsuyoshi Sakura, Takeshi Jodoi, Choghadi Mohamed Amin, Masashi Ohno, Hiroyuki Takahashi
所属名(日本語) : 東京大学大学院工学系研究科
Affiliation (English) : School of Engineering, The University of Tokyo
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、成膜・膜堆積、膜加工・エッチング、形状・形態観察

1. 概要(Summary)

超伝導転移端センサ(Transition Edge Sensor, TES)は、超伝導体薄膜を超伝導と常伝導の転移端にバイアスさせた状態で動作する、超高感度なマイクロカロリメータである。入射粒子のエネルギーによって生じる薄膜の微弱な温度上昇が、抵抗値の急激な上昇を生じ、それによるバイアス電流の変化が信号となる。TESはX線・ガンマ線・粒子線といった放射線から、可視光～赤外に至る単一光子の計測が可能である。特に単一光子検出では、TESは光子数弁別特性と高い量子効率を有しており、光量子コンピューティングにおける有望な検出器として応用が期待されている。本課題では新しく、TESの形状を工夫することでTESの高速化を目指した開発を実施した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

レーザー直接描画装置(DWL66+)、シリコン高速深掘りエッチング装置(MUC21-ASE Pegasus)、LL式高密度汎用スパッタリング装置、クリーンドラフト潤沢超純水付、ワイヤーボンダー

【実験方法】

まず、レーザー直接描画装置によって、TESのパターンをレジストに描画した。その現像後、スパッタリング装置によってチタン層およびイリジウム層を成膜した。その後リフトオフによってTES形状を作製した。同様の方法で電極を作成した。また、光ファイバのコアとTESが機械的に自動でアライメントされるように、シリコンウェハの形状をDRIEでラケット形状に加工した。この結果、光ファイバの割スリーブにウェハが嵌合し、高精度な光のアライメントが実現できた。Fig. 1に本課題によって作製した素子の写

真を示す。

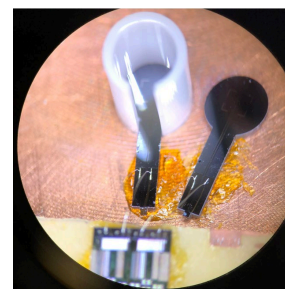


Fig. 1 The racket-shaped silicon wafer structure

3. 結果と考察(Results and Discussion)

本素子は希釈冷凍機によって極低温まで冷却して動作させた。その結果、850 nmのパルスレーザーの照射に対して光応答を示すことが確認できた。

4. その他・特記事項(Others)

本研究は、JST ムーンショット JPMJMS2064-2、科研費特別推進研究 18H05207 のサポートにより行われた。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- 1) Takeshi Jodoi, et al., 19th International Workshop on Low Temperature Detector, Boulder (Online), P5-22, 2021年7月
- 2) Yuki Mitsuya, et al., 19th International Workshop on Low Temperature Detector, P5-16, Boulder (Online), 2021年7月
- 3) Hiroyuki Takahashi, et al., 19th International Workshop on Low Temperature Detector, P5-21, Boulder (Online), 2021年7月

6. 関連特許(Patent)

特許出願あり