

課題番号 : F-17-NM-0079
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : Si の深掘エッチングによる超伝導光デバイスと光ファイバの高効率結合開発
Program Title (English) : Development of high efficiency optical fiber coupling technique by Si deep RIE for superconducting optical devices
利用者名(日本語) : 小林稜
Username (English) : R.Kobayashi
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 : Transition edge sensor, Single photon, Detector, 膜加工・エッチング

1. 概要(Summary)

超伝導転移端センサ(TES; Transition Edge Sensor) を用いた単一光子検出器は、高い検出効率と低い暗計数率を持つことから、量子情報通信や極微弱光計測などの様々な分野での応用が期待されている。本研究では、超伝導光検出素子を高効率かつ容易に光結合させる技術を確立し、TES にシリコン深掘エッチングによる光自己整合型構造を適用し、開発をおこなっている。本年は、Si 深掘エッチングプロセス後の TES の超伝導特性について調査した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

- ・ シリコン深掘エッチング装置

【実験方法】

光自己整合型 TES は光共振器の内部に近接二重層 TES 素子を作製したのち、Si 深掘エッチング装置で光自己整合型構造を整形することによって作製する。まず厚さ $400\ \mu\text{m}$ の Si 基板の上に Au ミラーをスパッタ装置で成膜し、その上に Ti と Au からなる近接二重層 TES を成膜する。TES は i 線ステップを用いた光リソグラフィとウェットエッチングによって形成される。電極層 Nb はリフトオフによって作製した。TES 上層には SiO_2 と Si_3N_4 からなる反射防止膜を成膜した。その後、試料を NIMS 微細加工 PF のシリコン深掘エッチング装置によって直径 $2.497\ \text{mm}$ の光自己整合型構造形状にした (Fig. 1)。これを断熱消磁冷凍機内へ設置し、コールドステージ温度を $200\ \text{mK}$ ~ $400\ \text{mK}$ 近辺で走査しながら TES 素子の超伝導特性を評価した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

全プロセス実施後の素子の光検出効率の測定を行い、現在までに検出効率 70% を達成した。今後、反射防止膜の最適化によってさらなる高効率化を見込んでいる。

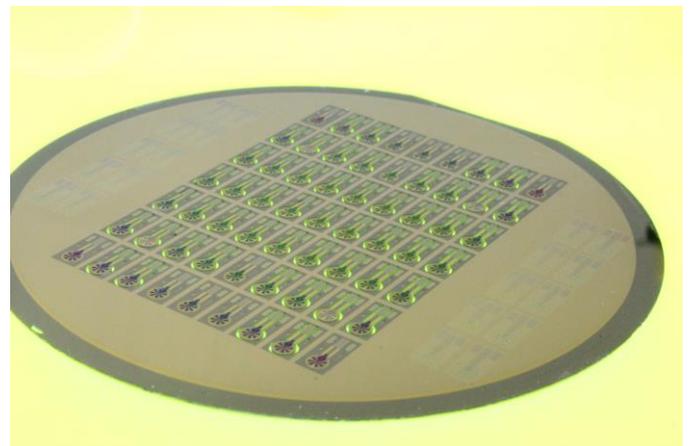


Fig. 1 Superconducting optical devices after Si deep RIE.

4. その他・特記事項 (Others)

【共同研究者】 産総研 福田大治、服部香織、丹羽一樹

【技術支援者】 津谷大樹

【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、東京大学微細構造解析プラットフォーム

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) 小林稜他、第 78 回応用物理学会秋季学術講演会、平成 29 年 9 月 7 日
- (2) 小林稜他、第 6 回 CRAVITY シンポジウム、平成 30 年 2 月 7 日

6. 関連特許 (Patent)

なし。