

課題番号	: F-20-UT-0142
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 Transition Edge Sensors
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, 大野雅史, 高橋浩之
Username (English)	: Yuki Mitsuya, Smith Ryan, Tsuyoshi Sakura, Takeshi Jodoi, Masashi Ohno, <u>Hiroyuki Takahashi</u>
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) とは、超伝導体薄膜を超伝導と常伝導の転移領域に保持するようにバイアスして動作する検出器である。X線・ガンマ線・粒子線・可視～近赤外光子といった粒子の入射に伴う微弱な温度上昇が転移領域における急激な抵抗値変化を生じるため、これによるバイアス電流の変化を信号として読み出すことができる。

本課題では、光量子情報処理において求められる光子数識別器の光子弁別性能向上を目指し、イリジウムと金の近接二重薄膜を用いた極小 TES の開発を行った。また、光ファイバとの結合率向上を目指した自己整合型ウェハ構造の開発を行った。また、TES型のガンマ線検出器や粒子線検出器の開発を実施した。

## 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、ドラフトチャンバー、ワイヤーボンダー

### 【実験方法】

まず、近接二重薄膜による超伝導転移温度の低減による検出器のエネルギー分解能向上を図った。まず、レーザー直接描画装置によって TES のパターン(12  $\mu\text{m}$  角)を描画した。現像後、LL式高密度汎用スパッタリング装置を用いて、チタン層を成膜した。その後、他のスパッタ装置によって金・イリジウムの近接二重薄膜をスパッタした。その後、リフトオフによって TES 形状を作製した。

また、光ファイバコアと TES が自動的にアライメントされる自己整合型構造の開発を実施した。まずレーザー直接

描画装置によって厚膜レジストに描画を行い現像した。これをシリコン高速深掘エッチング装置にかけ、テニス・ラケットのような形状に加工を行った。この結果として、ウェハが光ファイバの割スリーブに嵌合し、光ファイバのコアが自動的に TES 有感領域にアライメントされるようになった。

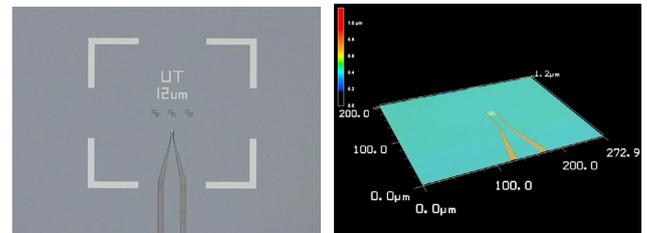


Fig. 1. Fabricated Ir/Au bilayer TES (Transition Edge Sensor)

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製した素子は希釈冷凍機にて冷却し、レーザーパルスを照射して光応答を測定した。この結果、近接二重薄膜による転移温度低減、およびシリコンウェハ加工による入射光の効率的な測定を実現することができた。

## 4. その他・特記事項(Others)

本研究は、CREST「極限コヒーレント光通信のための量子力学的操作と超伝導光子数識別器および光集積システム化法の研究」、および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) Yuki Mitsuya, et al., Applied Superconductivity Conference 2020, Tampa (Online), 2020年10月
- 2) 三津谷有貴, 他, 2020年応用物理学会秋季学術講演会, 発表番号 10a-Z27-7

## 6. 関連特許(Patent) なし