

課題番号	: F-17-UT-0151
利用形態	: 機器利用
利用課題名(日本語)	: 赤外単一光子検出のための極小ピクセル Ir-TES の開発
Program Title (English)	: Development of small pixel Ir-TES for infrared single photon detection
利用者名(日本語)	: 三浦義隆, 入松川知也, 大野雅史, 高橋浩之
Username (English)	: Y. Miura, T. Irimatsugawa, M. Ohno, <u>H. 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	: 超伝導薄膜積膜・成型、スパッタ、単一光子、赤外線、リソグラフィ・露光・描画装置

1. 概要(Summary)

超伝導転移端センサ (TES : Transition Edge Sensor) は赤外波長に及ぶ幅広い単一光子のエネルギーを精密に測定することが可能なデバイスとして知られており、光量子デバイスだけでなく生体分子の蛍光寿命測定といった幅広い分野への応用が期待されている。我々は、バルクで 145 mK に急峻な超伝導転移を持ち、化学的に極めて安定な白金族元素のイリジウム (Ir) に注目し、これを TES の超伝導金属薄膜に利用した放射線および光検出器の開発研究を進めてきた。単一超伝導薄膜として Ir を TES の温度センサ部に利用し、センサ部分を極小化することで、優れたエネルギー分解能が期待される。このことは、単一超伝導薄膜にすることでエッジ効果をなくし、Ir-TES 内部で大きな温度勾配による超伝導と常伝導状態の相分離が起こる現象や、TES 薄膜内部の熱伝導に起因した温度ゆらぎによるノイズ (Thermal Fluctuation Noise, TFN) の影響を抑制することにつながる。本研究では、この単一超伝導 Ir 薄膜の特性を最大限生かすべく、センサ薄膜部を極小化し、優れたエネルギー分解能、高検出効率を有する単一光子検出器の実現を目指す。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

光リソグラフィ装置 MA6 (Suss 6" Mask Aligner), クリーンドラフト潤沢超純水付、形状・膜厚・電気・機械特性評価装置群(DektakXT-S)

【実験方法】

Ir 薄膜センサ部分の面積が $7 \times 7 \mu\text{m}^2$ 、厚さ 20 nm、Nb 電極とのコンタクト領域がそれぞれ $5 \mu\text{m}$ の極小ピクセル Ir-TES を作製した (Fig. 1 (left))。この Ir-TES を希釈冷凍機で 100 mK 以下に冷却し、熱浴の温度を変化させ、Ir-TES に流れた電流・電圧測定

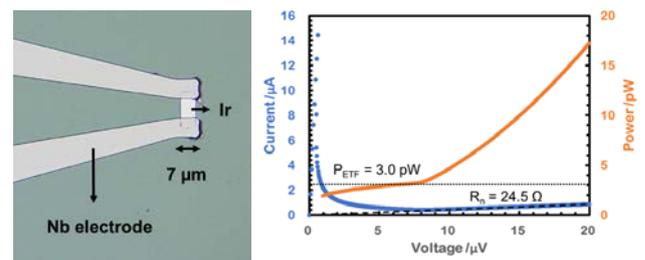


Fig. 1 Ir-TES (left) and I-V characteristics (right)

(I-V 測定) を行った。Ir-TES に流れた電流は、Ir-TES と同一ステージに配置した超伝導量子干渉素子 (SQUID) を用いて測定した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

希釈冷凍機のコールドステージ温度 64 mK における I-V グラフを Fig. 1 (right) に示す。I-V 測定の結果、超伝導転移温度 T_c はおよそ 290 mK、熱コンダクタンス G は 52 pW/K、熱伝導度の温度依存性項 n は 5.0、常伝導での抵抗値が 24.5 ohm となり、試作した検出器の極低温動作実証に成功した。これより微細加工を駆使した極小ピクセル超伝導 Ir-TES の検出器作成プロセスが確立できた。

4. その他・特記事項(Others)

本研究では以下の競争的資金のサポートにより行った。

・CREST「超伝導光子数識別器の開発」

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) Y. Miura, T. Irimatsugawa, M. Ohno, H. Takahashi, 17th international workshop on Low Temperature Detectors (LTD-17), July 17th-21th, 2017

(2) 三浦義隆, 入松川知也, 大野雅史, 他, 第 65 回応用物理学会 春季学術講演会, 平成 30 年 3 月 19 日

6. 関連特許(Patent)

なし。