

課題番号 : F-17-TU-0088  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 宇宙素粒子実験のための超伝導素子開発  
Program Title (English) : Development of superconducting detectors for astroparticle physics  
利用者名(日本語) : 鈴木貴士<sup>1)</sup>, 石徹白晃治<sup>1)</sup>  
Username (English) : A. Suzuki<sup>1)</sup>, K. Ishidoshiro<sup>1)</sup>  
所属名(日本語) : 東北大学ニュートリノ科学研究センター(RCNS)  
Affiliation (English) : RCNS, Tohoku University  
キーワード/Keyword : darkmatter、ダークマター、冷凍機、MKID、リソグラフィ・露光・描画装置

## 1. 概要(Summary)

宇宙素粒子物理学にはニュートリノのマヨラナ性や暗黒物質などの問題が残されている。ニュートリノのマヨラナ性を検証する唯一現実的な方法が無ニュートリノ 2 重  $\beta$  崩壊を検出することである。

本研究は超伝導検出器を用いた無ニュートリノ 2 重  $\beta$  崩壊や暗黒物質探索のための検出器作成の試作を目的としている。超伝導検出器としては、Lumped Element Kinetic Inductance Detector(LEKID)を計画している。LEKID は基板上に 1 層の超伝導薄膜のパターンニングで作成可能である。また、周波数分割により多重化が容易という特徴がある。

今回、東北大学西澤センターの設備を利用し、超伝導検出器作成の可能性検証と品質評価を行った。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

両面アライナ露光装置一式(両面アライナ、スピコート、オープン、現像機、乾燥機)、芝浦スパッタ装置、ダイサ

### 【実験方法】

まず、3 inch シリコンウェハにアルミニウムを 100 nm スパッタ成膜した。次に、スピコートを利用しウェハ表面に粘度 32 cp のレジストを 500 rpm 10 秒・3000 rpm 30 秒の条件で塗布した。その後、両面アライナ露光装置を利用し自作マスクのパターンを照度 40 mW/cm<sup>2</sup>、0.9 秒照射という条件で転写した。転写後、現像液にウェハを約 4 分間浸漬しエッチングした。エッチングは顕微鏡を利用してウェハ表面形状を観察することで進行具合を確認しながら行った。最後に、ダイサによって適当な大きさにウェハをカットし、素子を作製した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製した素子を 3He ソープション冷凍機内部に設置し、

S21 特性を評価した(Fig.1)。S21 測定から予想される周波数付近で共振構造を持つことを確認した。また、共振の Q 値も理化学研究所で作成した素子と同程度で、最低限の品質を持つことを確認した。これにより、東北大学西澤センターでの超伝導検出器の作成可能性と品質評価を実現できた。ただし、最終的な品質評価のためには今後の NEP 測定が必要である。

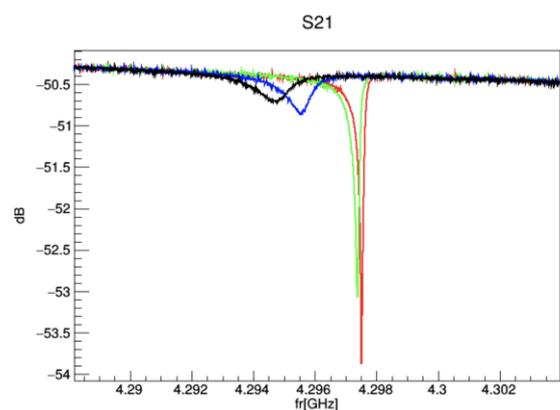


Fig. 1: Results of S21 measurements.

## 4. その他・特記事項(Others)

### 【謝辞】

マイクロシステム融合研究開発センターの皆さまには、装置の利用方法等を丁寧にご説明いただきました。感謝申し上げます。また、本研究は JSPS 科研費 16H06001、16K13794、17H00291 の助成を受けたものです。

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 石徹白晃治, "0 $\nu\beta\beta$  やダークマター探索に活かしたい", TIA かけはし事業「簡単・便利な超伝導計測」研究会, 2018 年 1 月 4 日.
- (2) 鈴木貴士, "シンチレーション検出器用の超伝導素子開発", SMART2017, 2017 年 11 月 12 日.

## 6. 関連特許(Patent)

なし。