

課題番号 : F-20-WS-0139
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 超伝導遷移端型 X 線マイクロカロリメータで拓く新しい太陽アクシオン探査
Program Title (English) : An Development of TES X-Ray Microcalorimeters to Search for Solar Axions
利用者名(日本語) : 八木雄大^{1) 2)}
Username (English) : Y. Yagi^{1) 2)}
所属名(日本語) : 1)東京大学工学研究科航空宇宙工学専攻, 2)JAXA/ISAS
Affiliation (English) : 1)Department of Aeronautics and Astronautics, University of Tokyo,
2)JAXA/ISAS
キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、膜加工・エッチング

1. 概要(Summary)

我々のグループでは、未知の素粒子アクシオンのなかで、とくに「太陽アクシオン」を直接地上観測するため、それに特化した超伝導遷移端温度計 (Transition Edge Sensor; TES) X 線マイクロカロリメータ (以下、TES カロリメータという) と呼ばれる検出器の開発を行っている。TES カロリメータは入射した 1 つ 1 つの粒子のエネルギーを熱に変換し測定する熱検出器である。

我々は輝線観測において、高いエネルギー分解能を誇る TES カロリメータを用いて、X 線を受け止めるはたらきをする吸収体に、 ^{57}Fe を使い、アクシオンから光子へのコンバーターを兼ねることを考案した。地球に飛来した太陽アクシオンが、検出器中で ^{57}Fe と反応することで 14.4 keV の熱エネルギーに変換され、その熱を TES カロリメータで検出する。

吸収体となる ^{57}Fe の成膜技術は確立されていないため、Fe の電析による成膜条件だしや、試験素子の製作を行う必要がある。また、エネルギーの伝達をよくするために、高い熱伝導をもつような Fe の成膜が要求される。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

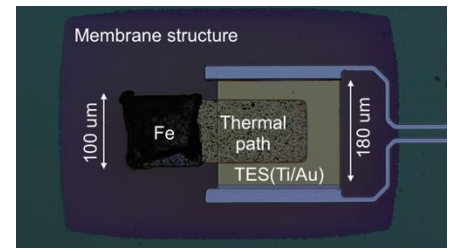
電子ビーム蒸着装置、FE-SEM(S-4800)

【実験方法】

電子ビーム蒸着装置を用いて $\text{SiN}_x+\text{SiO}_2$ 混晶基板の上に Ti/Au を 10/100 nm 蒸着し、Fe 電析時の電極となる seed 層を成膜した。この電極を使用して、塩化鉄浴、もしくは酸化鉄浴を用いて Fe 電析を行い、数 μm の厚さで成膜を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

通常の電析法よりも緻密で均一な薄膜を形成しやすい、パルス電析法を用いることで Fe 薄膜の熱伝導度の改善を試みた。パルス電析で製作することで Fe 薄膜の残留抵抗比 RRR は 4.5-5.0 程度で、最大で 5.8 の素子を製作することができ、シミュレーションで想定していたよりも熱伝導の良い素子を製作することに



成功した。

製作した吸収体が横置き of TES カロリメータ (Fig.

Fig. 1. The manufactured TES calorimeter with an absorber of magnetic material, iron. The absorber was set next to TES, not on TES.

1) を用いて、線源照射試験を行ったところ、大きく 3 種類のパルスを取得することができた。TES か吸収体か熱パスのいずれでおきたイベントなのかを立ち上がりや立ち下りの時定数から考察する必要がある。

4. その他・特記事項(Others)

・関連文献

(1)「磁性体を吸収体とする TES 型 X 線マイクロカロリメータの動作実証」、八木雄大、紺野良平、林佑、田中圭太、山崎典子、満田和久、佐藤瑠美、齋藤美紀子、本間敬之、2021 年第 68 回応用物理学会春季学術講演会

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許(Patent)

なし