

課題番号 : F-15-WS-0004
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名 (日本語) : X線マイクロカロリメータのX線吸収体のためのナノ構造体形成と評価
 Program Title (English) : Evaluation and nanostructures formed for X-ray absorber of the X-ray microcalorimeter
 利用者名(日本語) : 林 佐¹⁾
 Username (English) : T. Hayashi¹⁾
 所属名(日本語) : 1) 東京大学大学院 理学系研究科
 Affiliation (English) : 1) Department of physics, Tokyo University

1. 概要 (Summary)

X線天文学では高いエネルギー分解能と数百画素の撮像を併せ持つX線検出器が必要である。X線マイクロカロリメータはX線光子1つ1つのエネルギーを素子の温度上昇として捉えて、入射X線のエネルギーを精密に測定することが可能であり、超伝導遷移端(TES)型X線マイクロカロリメータは温度上昇を超伝導遷移端の微小な温度上昇を大きな抵抗変化として読み出すことができるX線精密分光検出器である。TES型X線マイクロカロリメータは、従来の検出器である半導体検出器(SSD)に対してエネルギー分解能を二桁向上することが可能である。

現在製作しているTESのX線を吸収する吸収体サイズはTESより小さく、吸収体の大型化が課題である。しかし吸収体サイズを大きくすると熱容量の観点から分解能が劣化してしまう。そのため、吸収体として比熱が小さく、熱伝導の良いものが期待される。この二つの性質を単一の物質で満たすことは難しく、私は比熱が常伝導金属の100/1であるBiと熱伝導が常伝導金属の中で2番目によいCuを用いた多層膜吸収体の製作を試みている。CuとBiの成膜方法として電析による方法を用いて、実際に製作した(Fig.1)。

製作素子にX線を照射し、15 eV(FWHM、@5.9 keV)の分解能を得ることができたが、吸収体内でのX線入射位置のばらつきによるものと考えられる分解能の劣化が確認された。これはCuとBiの界面での密着性の問題と考えられ、断面観察による元素分析などで原因を追求していく。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】 めっき装置

【実験方法】 本実験では電析によりCuとBiを析出している。電析には電極となるseed層が必要であり、seed層はEB蒸着装置を利用して、Ti/Auを10/400 nmと正確に成膜している。seed層に電極をつけ、電析セル中で

CuとBiをそれぞれ電位を決めて析出させる。析出させた膜の評価を行うために、FIB-SEMを用いて断面観察を行いCuとBiの膜厚とCuとBiの界面での元素分析を試みた(Fig.2)。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

実際にカロリメータにCu/Bi多層膜吸収体を成膜、形成した。製作した素子を図に載せる。実際に製作した素子にX線を照射し5.9 keVのX線に対して23 eVのエネルギー分解能を得ることができた。この結果を解析した結果パルスの立ち下がり時間にパルスのばらつきが確認され、このばらつきの原因として、X線に吸収体の入射位置によるばらつきではないかと考えられる。入射位置による原因としてCuとBiの界面の問題があると考えられる。これを解決する為にはCuとBiを混合浴中で析出電位を変えることでCuとBiを外に出すことなく吸収体を成膜できると考えている。

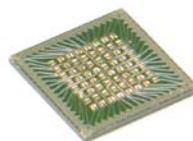


Fig. 1 An outline image of the fabricated sample.

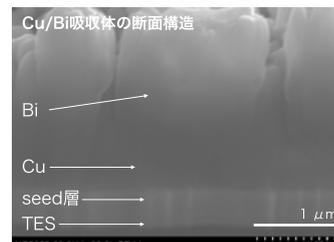


Fig. 2 A cross-sectional FIB-SEM image of the fabricated sample.

4. その他・特記事項 (Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) 林佑¹、永吉賢一郎¹、村松はるか¹、満田和久¹、山崎典子¹、本間敬之²、齋藤 美紀子²、前畑 京介³、原 徹⁴(1.ISAS/JAXA、2. 早大、3. 九大工、4.NIMS)
応用物理学会第69回春期大会，平成27年3月11日。

6. 関連特許(Patent)

なし。