

課題番号 : F-14-FA-0018
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : ガンマ線検出用 TES(超伝導転移端温度計)型マイクロカロリメータの製作と性能評価
 Program Title (English) : Development of a gamma-ray microcalorimeters with transition edge sensor
 利用者名(日本語) : 川上久雄, 吉峰郁洋
 Username (English) : H. Kawakami, I.Yoshimine
 所属名(日本語) : 九州大学大学院工学研究科エネルギー量子工学専攻
 Affiliation (English) : Graduate school of Technology, Energy quantum technology, Kyushu University

1. 概要(Summary)

近年、放射線は医療や材料開発をはじめ、様々な分野で利用されている。特に元素分析の手段としてよく用いられている。物質からの放射線は、元素ごとに特徴的なエネルギーを持つ。そのため、放射線のエネルギーを測定することで、物質に含まれる元素の種類や量を測定する事ができる。しかし、エネルギーを細かく測定できないとスペクトルのピークが重なってしまい、元素を判別する事ができない。今現在、開発が行われている TES(超伝導転移端温度計)型マイクロカロリメータ⁽¹⁾は数 keV～数十 keV の X 線領域において非常に優れたエネルギー分解能を実現している。しかしながら、数百 keV～数 MeV のガンマ線領域においてはあまり研究が行われていない。そこで、ガンマ線検出を目的とした優れたエネルギー分解能を持つ TES 型マイクロカロリメータの製作を行う。

2. 実験(Experimental)

利用装置 リアクティブイオンエッチャー、プラズマ CVD、超純水製造装置、レーザービーム描画装置、スピニングター、コータ/ディベロッパ、マスクアライナ、膜厚測定器、ダイシングソー

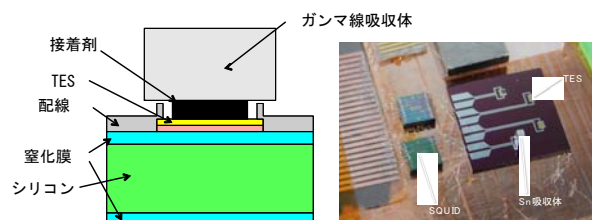


Fig.1 crosssection and photo of gamma ray microcalorimeters

まず、製作したい検出器の設計を行い、フォトマスクを製作した。製作には 2 インチウエハを用いて行い、ウエハの両面に窒化膜を製膜した。

温度計(TES)は Ti/Au を使用し、配線はアルミニウムを用いた。ガンマ線用の吸収体は原子番号の大きいビスマ

スを使用し、十分な検出効率を確保した。Fig.1 に検出器の断面図と写真を示す。

製作した検出器を用いて、約 100mK まで冷却を行い、¹³⁷Cs を用いてガンマ線照射試験を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

今回の実験ではビスマス吸収体を使用した素子で 4.09KeV のエネルギー分解能を達成した(Fig.2)。しかしながら、TES と熱浴間の熱伝導度が大きく、シリコンでガンマ線が散乱されるなどの問題が生じた。そのため、TES の裏側のシリコンを除去し、熱伝導度を抑制することで以上の問題を改善したいと考えている。

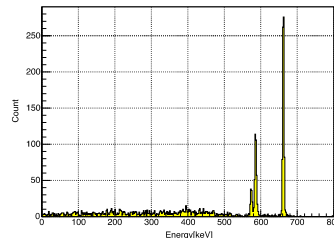


Fig.2 Energy spectrum of Bi

4. その他・特記事項(Others)

参考文献

(1) Ch.Enss (Eds.): “Cryogenic Particle Detection”, (Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005)

技術的な支援をいただいた共同研究開発センターの竹内修三氏に深く感謝致します。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

川上 久雄, 応用物理学会第 75 回秋期大会, 平成 26 年 9 月 20 日。

6. 関連特許(Patent)

なし。