

ビスマス吸収体を用いたガンマ線検出用 TES 型マイクロカロリメータ の開発

Development of TES microcalorimeters for gamma ray detection using bismuth absorber

九大院工¹ ○川上 久雄¹, 伊豫本 直子¹, 前畑 京介¹, 江崎 翔平¹, 高野 彬¹,
善本 翔大¹, 吉峰 郁洋¹

Kyushu Univ.¹ ○Kawakami Hisao¹, Naoko Iyomoto¹, Keisuke Maehata¹, Shohei Ezaki¹, Akira
Takano¹, Shota Yoshimoto¹, Ikumi Yoshimine¹

E-mail: kawakami@kune2a.nucl.kyushu-u.ac.jp

現在、開発されている放射線検出器の中で優れたエネルギー分解能を実現しているものに超伝導転移端温度計 (TES) 型マイクロカロリメータがある。TES 型マイクロカロリメータは主に 0.1~100 keV 程度の X 線領域において利用されている。これをさらに高いエネルギーであるガンマ線領域で利用する事を考え、500 keV~2 MeV 程度のガンマ線に対して、より優れたエネルギー分解能を持つガンマ線検出器の開発を目指す。

ガンマ線はエネルギーが高く、透過力が強いので実効的な吸収効率を得るためには、厚い吸収体が必要になる。しかし、体積が大きくなると熱容量が大きくなりエネルギー分解能が悪化してしまう。熱容量を抑えつつ体積を大きくするには比熱が小さい超伝導物質や半金属が適している。また、吸収効率を上げ、コンプトン散乱が起こる割合を下げるためには原子番号の大きい物質が吸収体として適している。しかしながら、超伝導体を吸収体として使用した場合、時定数の長い成分が現れることが報告されている。半金属であるビスマスはガンマ線吸収体として使用された実績はないが、X 線用の吸収体として優れたエネルギー分解能を実現しており、時定数の長い成分が現れないことが報告されている。以上の理由から今回はガンマ線の吸収体としてビスマスを選択した。

使用する TES 型マイクロカロリメータは、厚さ 1 μm の窒化膜上に Ti/Au の薄膜の二層構造があり、面積は $400 \times 400 \mu\text{m}^2$ 、厚さは Ti が 50 nm、Au が 120 nm である。スタイキャストを用いて Ti/Au 上に吸収体である厚さ 1 mm のビスマスを接着する。厚さ 1 mm のビスマスの吸収効率は 500 keV のガンマ線に対して約 8.9%、1 MeV のガンマ線に対して約 3.6% である。動作温度を 150 mK、ビスマスの体積を 0.60 mm^3 と仮定すると、熱的な時定数は約 46 ms、フィードバックのかかった実効的な時定数が約 1.5 ms と見積もられた。製作した素子を用いてガンマ線の測定を行い、講演ではその測定結果を報告する。