

重金属バルク吸収体を用いた TES マイクロカロリメータの開発

Development of TES microcalorimeters with heavy metal bulk absorber

東大工¹, ○入松川知也¹, 畠山 修一¹, 大野雅史¹, 高橋 浩之¹

Univ. of Tokyo.¹, ○Tomoya Irimatsugawa¹, Shuichi Hatakeyama¹, Masashi Ohno¹, Hiroyuki Takahashi¹,

E-mail: tmy.iri@gmail.com

100keV~1MeV 領域での γ 線精密分光技術の確立は、核物質の精密な元素・同位体分析や陽電子消滅を用いた非破壊検査における消滅 γ 線エネルギーのドップラー広がり精密測定を可能にする等、原子力工学、原子核物理学や物性科学の発展に大きく貢献しうる。我々は、数 100keV の γ 線を高検出効率かつ高いエネルギー分解能で検出しうる γ 線計測技術の実現を目指し、半導体検出器より 2 桁以上優れたエネルギー分解能を有する超伝導転移端センサ(Transition Edge Sensor: TES)と γ 線吸収効率に優れる重金属放射線吸収体を組み合わせた検出器の開発研究を進めてきた。

TES は放射線入射による温度上昇を検出原理とし、その温度上昇を超伝導体の超伝導/常伝導転移領域における急峻な温度抵抗変化を用いて高精度に読み出すことにより入射放射線のエネルギーを精密に測定しうるエネルギー spektrometer である。これまでに、我々は鉛(Pb)バルクの γ 線吸収体を用いた TES を開発し 662keV の γ 線に対して 4.7keVFWHM のエネルギー分解能を実現した他、錫(Sn)放射線吸収体を用いた検出器において、 γ 線吸収効率は低いながらも 526eV@662keV という世界最高のエネルギー分解能を達成している。本研究では、熱容量が Pb よりも小さく、Sn よりも γ 線吸収効率の高いタンタル(Ta)バルク放射線吸収体(表 1 に $0.5 \times 0.5 \times 0.3 \text{ mm}^3$ 大における各吸収体の特性を示す。)を用いて、数百 keV の γ 線に対して高吸収効率かつ高エネルギー分解能を有する TES の研究に着手した。図 1 に Ta バルク γ 線吸収体を搭載した試作 TES 素子の顕微鏡写真を示す。これは、外部と弱く熱的に結合させる役割を担う窒化シリコンメンブレン (500nm 厚) 上に Ir/Au 超伝導薄膜温度センサを積膜し、この Ir/Au 薄膜上にあらかじめ Au バンプポストを構築して、上から Ta バルク吸収体を搭載・固定したものである。Ta は Sn や Pb に比べて、密度が高く重いいため、現在、素子の機械的強度を損なわないように、窒化シリコンメンブレン厚等の最適化を進めている。本発表では Ta 吸収体を搭載した TES 素子の γ 線に対しての特性評価の結果を発表する予定である。

【参考文献】

- 1) R.M.T. Damayanthi et al., IEEE Trans. Appl. Supercond., Vol.23, no.3 2100304, 2013.

Absorber	Atomic Number	Absorption Efficiency(%) @100keV	Heat Capacity(pJ/K) @100mK	Weight(mg)
Pb	82	84.9	6.9	0.85
Ta	73	88.4	1.5	1.25
Sn	50	30.9	1.1	0.55

表 1:各吸収体の特性

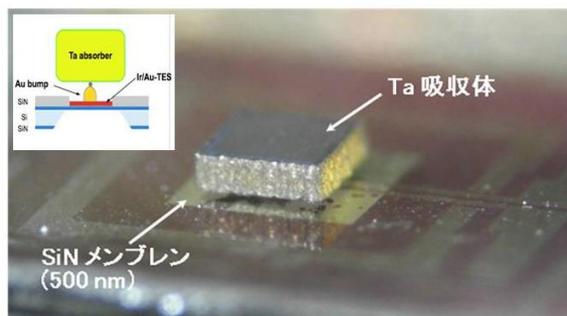


図 1: 試作した Ta 吸収体付き TES 素子