

Ta 吸収体を用いた γ 線 TES センサの開発

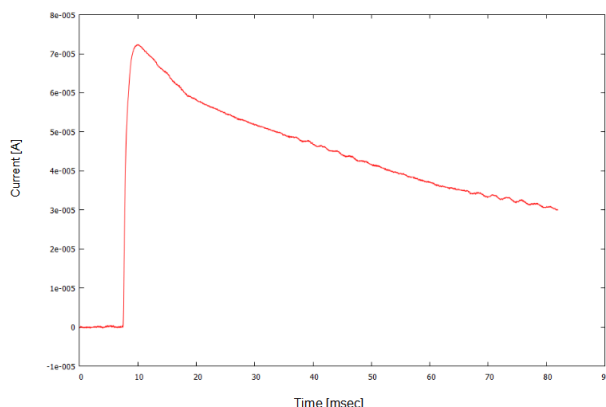
Development of TES microcalorimeters with Ta absorber for gamma-ray measurement

東大工¹ 〇入松川 知也¹, 畠山修一¹, 大野 雅史¹, 高橋 浩之¹Univ. of Tokyo¹ 〇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・同位体同定や陽電子消滅 γ 線エネルギーのドップラー広がりを利用した非破壊精密物質構造解析を可能にする等、原子力工学、原子核物理学や物性科学といった広い分野の発展に大きく貢献するものである。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する γ 線計測技術の実現を目指し、現在このエネルギー領域の γ 線測定に広く利用されている半導体検出器よりも 2 桁程度優れたエネルギー分解能が実現可能である超伝導転移端センサ(Transition Edge Sensor: TES)型マイクロカロリメータと 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、超伝導体の極低温における超伝導/常伝導相転移領域での急峻な温度抵抗変化を用いてその温度上昇を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するエネルギー spektrometer である。

我々は、これまでに Pb、Sn のバルク吸収体(0.5mm 角/0.3mm 厚)を用いた γ 線 TES 素子を開発し、662keV の γ 線に対して、それぞれ Pb 吸収体で 4.7keV_{FWHM}、Sn 吸収体で 526eV_{FWHM} を達成している。本研究では、高エネルギー分解能を得るため Sn と同程度に熱容量が小さく(Ta:1.5pJ/K, Sn:1.1pJ/K @100mK)、鉛と同程度に高吸収効率(Ta:10.0%, Pb:10.2% @600keV)である Ta 吸収体を導入した。Ir/Au 超伝導薄膜は、機械的強度の向上を図った 1 μ m 厚の SiN メンブレン上に成膜され、Au バンプ製ポストを用いて、Ta バルク放射線吸収体が超伝導薄膜上に搭載されている。この素子を、機械的振動ノイズの低減を図った GM 分離型希釈冷凍機に組み込み、¹³⁷Cs (662keV)密封放射線源を用いた γ 線照射実験を行った。図 1 に示すように、立ち下がり時間が 500msec 程度の信号が得られ、複数の減衰時定数が観測された。取得したエネルギー spektrometer から、662keV に対するエネルギー分解能は、Pb-TES と比較して 2 倍以上の優れた結果が得られ、また Ta の特性 X 線エスケープピークの分離に成功した。

図 1: 662keV の γ 線光電ピーク信号波形例

【参考文献】

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