

TES 型マイクロカロリメータの電氣的・熱的特性の測定

Measurements of the electrical and thermal characteristics of TES microcalorimeters

九大院工¹ ○安部 英恵¹, 伊豫本 直子¹, 前畑 京介¹, 前田 亮¹, 江崎 翔平¹, 高野 彬¹,
川上 久雄¹, 善本 翔大¹

Kyushu Univ.¹ ○Hanae Abe¹, Naoko Iyomoto¹, Keisuke Maehata¹, Makoto Maeda¹, Shohei
Ezaki¹, Akira Takano¹, Hisao Kawakami¹, Shota Yoshimoto¹

E-mail: hana0320@kune2a.nucl.kyushu-u.ac.jp

X 線分光分析は、試料中の多元素を同時に定性、定量分析が可能な非破壊の分析法であり、透過型電子顕微鏡をはじめ、様々な研究分野で用いられ、その発展に大きく貢献してきた。元素分析は特性 X 線を測定することで行うことができるが、エネルギー分散型の検出器の場合、従来の半導体型 X 線検出器はエネルギー分解能が 130 eV 程度と低いので、特性 X 線のピークを分離できない場合があった。そこで、X 線分光分析の精度向上のために高いエネルギー分解能を有する X 線検出素子の開発が必要とされている。我々の研究グループでは、超伝導転移端温度計 (TES) 型マイクロカロリメータという従来の半導体型検出器に比べて 1 桁以上高いエネルギー分解能を期待できる X 線検出器の開発に関する研究を行っている。マイクロカロリメータは、吸収体で得られた熱エネルギーを温度上昇として計測する検出器である。TES は超伝導薄膜の超伝導-常伝導転移に伴う急激な抵抗変化を利用した高感度の温度計であるため、TES 型マイクロカロリメータは優れたエネルギー分解能を実現できる。

TES 型マイクロカロリメータの性能をモデル化しパルスの形や素子固有のノイズを計算可能にすることで、性能向上を効率的に図ることが出来る。モデル化が実現出来れば、新しく作製する素子のエネルギー分解能や時定数の推定が可能になり、使用目的に見合った TES 型マイクロカロリメータの設計指針が得られる。また、実測値と比較することで、外来のノイズや未知の固有ノイズの存在を推定でき、それらのノイズを減らすことで性能向上を図ることが出来る。モデル化に必要なパラメータは、TES と吸収体の熱容量 C 、熱リンクの熱伝導度 G 、TES の抵抗の温度依存性を示すパラメータ α 、TES の抵抗の電流依存性を示すパラメータ β である。 α は TES の感度を示しており、一般に、 α が大きく β が小さいほど優れた性能を示す。本研究では、これらのパラメータの測定を行った。熱リンクの熱伝導度 G はバイアス電流 I_b と TES のジュール発熱 P_{TES} を測定し、理論式と比較することで求めた。また、 α と β を求めるために、複素インピーダンス測定を行った。TES 型マイクロカロリメータにおける複素インピーダンス測定は、TES を駆動するために印加するバイアス電流に交流成分を数 Hz から数 kHz まで加え、各周波数において TES を流れる電流の応答を測定することによって行う。この入力と出力の振幅比と位相のずれから回路全体の複素インピーダンス Z を求めることができる。この一連の測定を様々な動作点で行い理論式と比較することで、各動作点における α と β を求めることが出来る。講演では、これらのパラメータの測定結果とその考察について報告する。