

W09a Ti-Au 薄膜を用いた X 線マイクロカロリメータの開発

前神 佳奈、大島 泰、満田 和久、藤本 龍一、宮崎 利行、有賀 洋一 (宇宙研)、庄子 習一、工藤 寛之、横山 雄一 (早大理工)、清水 裕彦、三原 建弘 (理研)

X 線マイクロカロリメータとは、1 つ 1 つの X 線光子が入射した際の素子の温度上昇から入射 X 線のエネルギーを求める検出器である。2000 年 2 月に打ち上げ予定の X 線天文衛星 ASTRO-E に搭載される X 線マイクロカロリメータ (XRS) は、動作温度 65 mK でエネルギー分解能 ~ 10 eV (@6 keV) を実現する。我々は現在、XRS 以降の X 線分光器として、さらに高いエネルギー分解能とイメージング能力を併せ持つ X 線カロリメータの開発を進めている。

エネルギー分解能を上げるには温度計の感度 $\alpha \equiv d \ln R / d \ln T$ を改善することが有効であり、従来の半導体温度計 ($\alpha \sim 2$) にかえて、金属薄膜の超伝導-常伝導トランジションエッジを利用して温度を測定する方法が注目されている。超伝導エッジはそのままでは帯域が極めて狭いという欠点があるが、強い電熱フィードバックをかけて動作させることにより、動作点を狭いトランジションエッジ内に維持し、帯域を広げることができる (Irwin 1995)。このような温度計は transition edge sensor (TES) と呼ばれ、 $\alpha \sim 100 - 1000$ を達成する。

昨年度、我々は Al 薄膜 (臨界点 ~ 1.1 K) を用いて TES カロリメータを試作し、TES の動作や SQUID を用いた信号読み出しに関する基礎的なデータを取得した (昆野他、1998 年春季年会)。本年度は Ti-Au 薄膜を用いて本格的な TES カロリメータの開発を行なったので、その結果を報告する。

バルク Ti の臨界温度は 0.39 K であるが、これは膜厚や接する常伝導金属との近接効果によって変化する。そこで Si 基板上に Ti と Au を蒸着して実際に TES を製作し、Ti-Au 薄膜の抵抗-温度特性と膜厚による変化を調べた。その結果、臨界温度は 0.4 \sim 0.8 K にわたって変化し、最大で $\alpha = 1070$ という結果が得られた。さらに、この結果に基づいて Si 基板上に 1 mm \times 1 mm の素子を製作し、強い電熱フィードバックをかけてカロリメータとして動作することを確認した。また、SQUID の動作環境にも改良を重ね、入力換算ノイズレベルで 7 pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ まで落とすことができた。