

W26a TES 型 X 線マイクロカロリメータの開発 II — 動作温度 100 mK の低ノイズカロリメータの開発 —

竹井洋、満田和久、藤本龍一、伊豫本直子、大島泰、二元和朗 (宇宙研)、森田うめ代、広池哲平、大橋隆哉、山崎典子、石崎欣尚 (都立大理)、庄子習一、工藤寛之 (早大理工)、田中啓一、師岡利光、中山哲、茅根一夫 (セイコーインスツルメンツ)

我々は現在、次世代 X 線天文衛星に搭載する超高分解能 X 線分光器として、TES (Transition Edge Sensor) 型 X 線マイクロカロリメータアレイの開発を進めている (森田他、本年会)。素子の熱容量を C 、TES の超伝導転移温度を T_c 、転移幅を ΔT_c とすると、TES 型 X 線マイクロカロリメータの原理的なエネルギー分解能は $\sqrt{CT_c\Delta T_c}$ に比例する。したがって、転移温度が低く、転移幅の狭い TES を作ることがエネルギー分解能を向上させる上で重要である。我々のグループではチタンと金の二層薄膜を TES 温度計に使用しているが、従来は成膜時の不純物混入等の原因により転移温度を 200–250 mK 以下に下げることができず、これが分解能を改善できない一つの要因となっていた (森田他、本年会)。今回我々はセイコーインスツルメンツ社と共同して、より低バックグラウンドのスパッタ装置を用いて転移温度が ~ 100 mK の TES 型マイクロカロリメータを製作することを目指した。

チタンと金の膜厚を変えて TES の試作を繰り返した結果、チタン 40 nm に対して金の膜厚を 120 nm にすることにより、近接効果によって転移温度を 100–120 mK まで下げられることがわかった。転移幅も 5 mK 程度で、鋭い超伝導エッジが得られている。以上の結果をもとに、窒化シリコン膜上にチタン、金をそれぞれ 40 nm、120 nm スパッタしてカロリメータを試作し、その性能を評価したところ、従来のカロリメータに比べてベースライン幅 (ノイズの寄与) を大幅に改善することに成功した。ただし、エネルギー分解能は X 線光子のエネルギーが熱化される際の揺らぎので制限されている。

本講演では試作機の性能について報告し、このカロリメータのエネルギー分解能を決めている要因について考察する。