

## W04b      マイクロマシニング技術を用いた X 線マイクロカロリメータの開発

宮崎 利行、有賀 洋一、満田 和久、藤本 龍一、昆野 康隆、前神 佳奈 (宇宙研)、庄子 習一、  
工藤 寛之 (早大理工)、清水 祐彦、三原 建広、奥 隆之、佐藤 広海 (理研)

X 線マイクロカロリメータとは、入射した X 線光子 1 個 1 個のエネルギーを素子の温度上昇として測定する検出器である。そのエネルギー分解能は素子内のフォノン数のゆらぎによって決まり、極低温に冷却することで飛躍的に向上する。2000 年に打ち上げ予定の X 線天文衛星 ASTRO-E には、世界で初めて X 線マイクロカロリメータ XRS が搭載される予定であり、動作温度 65 mK でエネルギー分解能  $\sim 10$  eV を目指している。

XRS を含め従来の X 線マイクロカロリメータでは、シリコン基板の上に X 線吸収体をエポキシを使って手作業で接着していた。そのため均一な素子を多数作ることが難しく、十分な面積や撮像能力を持つ検出器を製作することが困難であった。そこで我々は、マイクロマシニング技術を応用した新しい X 線マイクロカロリメータの開発を進めている。手作業を排除し、吸収体を含めたカロリメータの 3 次元的な構造をすべて半導体微細加工によって製作する点が特徴である。その中核となる、カロリメータの構造体の製作プロセスと、半導体温度計の製作プロセスをほぼ完成したので、ここに報告する。

素子は大きさ  $5.0 \text{ mm} \times 0.8 \text{ mm}$  の梯子型の構造を持つ。両側に断面積  $100 \mu\text{m} \times 20 \mu\text{m}$  の柱を通し、温度計を製作する場所として  $0.5 \text{ mm} \times 0.8 \text{ mm}$  の領域を 2 箇所残すほかはシリコンを完全に除去する。このような微細加工を実現するために、柱に相当する部分にボロンを  $3 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$  程度打ち込んで、選択的エッチングを行っている。梯子構造をとることで、温度計と熱浴の間の熱伝導度を適当な値に保つと同時に、素子の熱容量を小さくできるというメリットがある。

半導体温度計はシリコンに、不純物としてボロンをドーピングして製作する。試作と性能評価を繰り返した結果、ドーピング量を  $3.3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  程度に制御した場合に、0.1-0.3 K で適当な抵抗値 ( $\sim 1 \text{ M}\Omega$ ) を持つ温度計ができることがわかった。温度計の感度  $\alpha \equiv -d \log R / d \log T$  は 3.0-3.8 となり、この種の温度計としては極めて感度の高いものができていることがわかった。