

V331b 将来衛星に向けた積層配線 TES 型 X 線マイクロカロリメータの開発

小坂健吾, 黒丸徹静, 鈴木翔太, 北澤誠一, 山田陽平, 早川亮大, 大橋隆哉, 石崎欣尚, 江副祐一郎, 山田真也 (首都大), 満田和久 (宇宙研), 日高睦夫, 永沢秀一, 伊坂美千代 (産総研)

我々は将来衛星に向け、TES (Transition Edge Sensor) 型 X 線マイクロカロリメータを開発している。常伝導-超伝導転移時の急激な抵抗変化を利用し、X 線光子のエネルギーを高い分解能で分光する。我々はこれまでに 4×4 アレイで 5.9 keV において 2.8 eV のエネルギー分解能を達成してきた (Akamatsu et al. 2009 AICP)。現在、我々は 20×20 アレイを産総研と共同でインハウス製作している。通常の配線では多素子化に伴うスペースや、密集した配線間でのクロストークの問題がある。そこで、超伝導積層配線と呼ぶ、素子までの行きと帰りの配線を絶縁膜を挟み上下に配置するデザインを開発してきた (Ezoe et al. 2015 IEEE TAS, Kuromaru et al. 2016 J. LTP など)。我々が開発する積層配線は Nb であり、上下の配線幅と厚みはそれぞれ $10/15 \mu\text{m}$ 、 $100/200 \text{ nm}$ である。また TES は Ti/Au の二重薄膜であり、pixel サイズは $200 \mu\text{m}$ 角、厚さはそれぞれ $40/80 \text{ nm}$ である。しかし、従来は配線上に成膜された TES が転移しない問題があった (鈴木 天文学会 春季年会 2016)。我々は TES 下地の粗さが転移の有無に影響すると考え、新たに Chemical Mechanical Polishing を用いた配線を考案し、Si 基板とほぼ同等の表面粗さ $\sim 0.4 \text{ nm rms}$ ($5 \mu\text{m}$ スケール) を達成した。さらに、TES 成膜時の逆スパッタの条件を緩和し ($150 \text{ W}, 3 \text{ min} \rightarrow 100 \text{ W}, 1 \text{ min}$)、ダメージを減らした。結果、我々のグループではじめて、Nb-Nb 積層配線上の TES の正常な超伝導転移に成功した。TES 膜厚は $100/20 \text{ nm}$ であり、転移温度は 360 mK 、臨界電流 $> 1 \text{ mA}$ と良好である。本講演ではプロセス改良と積層配線 TES の性能について述べる。