

W15a 超伝導トンネル接合素子を用いたX線検出器の開発 (IV)

大谷知行、池田時浩、大谷 航、奥 隆之、加藤 博、川井和彦、佐藤広海、清水裕彦、瀧澤慶之、宮坂浩正、渡辺 博(理研)、仲川 博、赤穂博司、青柳昌宏(電総研)、高田 進(埼玉大工)、木野幸裕、稲葉克彦(理学電機)

超伝導トンネル接合素子(STJ)は、金属酸化膜の薄い絶縁体を二つの超伝導膜で挟んだ構造を持つジョセフソン素子の一種である。超伝導体への放射線などの入射で膜中のクーパー対の解離とフォノンの発生が起こり、このときに発生した準粒子(電子)が量子力学的トンネル効果で絶縁膜を通過することで電流が発生し、この信号を検出することで放射線検出器として動作する。超伝導体膜中のクーパー対の解離エネルギー(ギャップエネルギー)はmeVのオーダーでCCDなどのシリコン検出器のギャップエネルギー(eV)に比べて約3桁小さいため、原理的には半導体検出器よりも数10倍高いエネルギー分解能を実現できる可能性がある。その天文学関連の応用としては、X線天文学用のX線分光検出器があげられるほか、赤外～可視～極紫外域での非分散型一光子分光検出器としても有力である。

我々は、次世代型の汎用の放射線検出器としてSTJ素子の研究開発を行っており、理研内に専用のプロセスラインを立ち上げ、1998年末より本プロセスラインを用いたSTJ素子の作製を開始している。1999年春季年会では、Nb/Al/AIO_x/Al/Nbという膜構造を持つ素子で5.9 keVのX線を検出することに成功し、半値幅(FWHM)にして106 eVというエネルギー分解能が得られたことを報告した。その後、さらに素子作製法などの改良をすすめ、現在のところFWHM=60 eV(素子サイズ100 μm角、素子温度0.35 K)までエネルギー分解能を改善することができている。この値は、シリコン検出器の理論限界(~120 eV @ 5.9 keV)に比べて2倍良いものである。ただ、STJ素子の理論限界と比べるとまだ約1桁及ばず、さらに分光性能を向上させるべく作製と性能評価実験を続行中である。

講演では、素子開発の現状について報告する予定である。