

V11b 超伝導トンネル接合素子を用いた近赤外～可視～紫外～極端紫外域の一光子分光検出器の開発 (IV)

志岐成友、田井野徹、佐藤広海、滝澤慶之、大谷知行、清水裕彦 (理研)、有吉誠一郎 (総研大)

我々は、可視光において個々の光子を分光検出できる技術を確立することを目的として、超伝導トンネル接合素子 (STJ) を用いた検出器の開発を進めている。本講演では新たに作成した Ta-Al-AlO_x-Al-Ta 構造の STJ 素子について報告する。

STJ 素子は絶縁体薄膜を二つの超伝導体薄膜で挟んだ構造を持つ。超伝導体膜で光子が吸収されると、フォノンの励起とクーパー対の解離が起こり、入射した光子のエネルギーに比例した数の準粒子 (電子) が生成する。この準粒子の数を読み出すことにより、光子一つ一つのエネルギーを測定することができる。クーパー対の解離に必要なエネルギーは 10^{-3} eV 程度で、一光子への応答が半導体検出器に比べて 1000 倍程度あり、1eV の光子に対しても十分な電荷が発生するため可視光でもエネルギー分解が可能となる。

これまで理研では Nb-Al-AlO_x-Al-Nb 構造の素子を製作してきた。しかし、電気的ノイズは 2eV までしか下げることができていないため、可視光の光子の分光検出には成功していない。Ta を吸収体に用いた素子では Nb の素子に比べ約 2 倍のキャリアが発生するため、より低雑音を実現できる可能性がある。

我々は理研の装置で Ta を製膜する際にストレスが最小になる条件を求め、Ta を用いた STJ を製作した。製作した素子が超伝導トンネル接合の電流電圧特性を示すことを確認した。また、製作した素子に ⁵⁵Fe の 5.9keV の X 線を照射して、その応答を検出することに成功した。エネルギー分解能は 200eV 程度と満足できるものではないが、リーク電流はまだ 1 ~ 2 桁改善する余地があり、今後も継続して開発を進め可視光の検出を目指す。