

磁気圏撮像のための超伝導トンネル接合を用いた高エネルギー分解能極端紫外線検出器の開発(II)

*滝澤 慶之 [1], 池田 時浩 [1], 加藤 博 [1], 川井 和彦 [1], 宮坂 浩正 [1], 奥 隆之 [1]
大谷 航 [1], 大谷 知行 [1], 佐藤 広海 [1], 清水 裕彦 [1], 渡辺 博 [1]

理化学研究所[1]

Development of Superconducting Tunnel Junction EUV Detectors for Global Magnetospheric Imaging (II)

*Yoshiyuki Takizawa[1], Tokihiro Ikeda [1], Hiroshi Kato [1], Kazuhiko Kawai [1]
Hiromasa Miyasaka [1], Takayuki Oku [1], Wataru Ootani [1], Chiko Otani [1]
Hiromi Sato [1], Hirohiko M Shimizu [1], Hiroshi Watanabe [1]

The Institute of Physical and Chemical Research (RIKEN)[1]

We are developing Superconducting tunnel junctions (STJs) EUV detectors for Global Magnetospheric Imaging. STJs can be used as high-resolution and high-concentration photon detector. The spectroscopic performance of STJs is related to the capability to measure the total electric charge generated by each photo-absorption event and detected by tunneling through the insulating barrier. We have fabricated Nb/Al/AlOx/Al/Nb junctions using a fabrication facility in RIKEN. We present results from a recent experiment in the EUV wavelength range.

これまで、地球周辺の宇宙空間環境(プラズマ圏/磁気圏)は、人工衛星による「その場」の直接観測により研究が進められてきたが、観測された現象の時間的変化と空間的変化を分離する事は困難であった。近年、広大な地球周辺の宇宙空間環境を、ただちに概観・観測するための新たな計測技術として地球周辺のプラズマ(He⁺, O⁺)により共鳴散乱された太陽からのEUV光を利用した可視化・撮像の研究が進められている。現在の多層膜反射鏡、金属薄膜フィルター及びMCP検出器の構成による光学系の集光、検出能力は頭打ちである。このような手法を用いる主な理由は、EUV領域において高いエネルギー分解能と高い量子効率を持つ検出器が皆無であることに起因する。これらの観測の最大の技術的課題は、He⁺(30.4nm)の場合、地球周辺の中性Heガスから放射される10倍の強度を持つ58.4nmの混入を抑制することである。また、O⁺(83.4nm)の場合も、10の6乗倍の強度の地球周辺のHガスから放射されるライマン線(121.6nm)の混入を抑制しなければならない。この為、

EUV領域で高いエネルギー分解能を有する超伝導トンネル接合素子(Superconducting Tunnel Junction 以下、STJと称する)検出器の開発を進めている。STJにより、従来のMCP光学系にくらべ、光量として10~20倍の明るさに高めることができる。さらに、単一の光学系で、複数波長の同時観測を行うことが可能となり、プラズマ圏/磁気圏の活動の精細な観測が期待出来る。

STJとは、薄い絶縁膜を超伝導金属薄膜で挟み込んだ構造を持つジョセフソン素子の一種である。検出器としての動作原理は以下の通りである。STJに光子が入射し、そのエネルギーが超伝導膜に吸収されると、超伝導膜中のクーパー対の解離及びフォノンの発生を引き起こし、発生したフォノンがさらにクーパー対を解離する、といった過程が0.001nsec程度で生じる。この時に生じた準粒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入射光子のエネルギーに比例した電流が発生し、信号として取り出だされ、検出器として動作する。STJは、X線や高エネルギー粒子などの分野では盛んに研究されているが、EUV領域での研究はあまり行われていない。EUV光は、物質に吸収され易く、吸収により信号が発生するため、STJは適していると思われる。

昨年、理化学研究所に導入されたSTJプロセス装置群を使用し、EUV検出素子として最適な作製条件の探索を行っている。

今回は、STJの基本特性と、本年に導入したEUV光源装置による初期実験結果について報告する。