

宇宙用太陽電池や半導体材料の照射効果研究における「その場測定」技術

(独) 日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門

半導体耐放射線性研究グループ

佐藤 真一郎

宇宙開発や高エネルギー物理学の進展に伴い、宇宙機や加速器施設などにおいて使用される半導体デバイスに対して高い耐放射線性が要求されるようになってきている。そこで我々は、様々な耐放射線性半導体デバイスの開発研究を行っており、宇宙用太陽電池や宇宙用デバイスにおいては、宇宙航空研究開発機構(JAXA)が太陽電池およびデバイスの設計、試作を行い、JAEA が放射線照射環境の提供および照射技術の開発を行うという体制のもと、綿密な連携を取りながら開発研究が進められている。

一般的に、半導体の照射効果研究では、放射線を照射された試料の特性を別の実験室で測定し、照射前の特性と比較する。この場合、時間をかけて複雑な測定や解析を行うことができるが、一方で、照射量に応じた連続的な変化を詳細に調べることは難しく、また、照射中や照射直後の過渡的な変化を観測することは不可能である。例えば、構造上の不安定性を有しているアモルファス半導体では照射効果も不安定な現象になることが多く、このような従来の実験方法では十分な知見を得ることができない。加えて、放射線照射下で動作する半導体デバイスの振る舞いを直接調べるには、まさに放射線照射されている最中の試料の特性をその場で測定することが唯一の手段となる。

しかしながら、放射線照射中に試料の何らかの特性を調べることは困難であることが多い。これは、放射線照射が試料に対してエネルギーを付与する行為に他ならず、熱平衡状態での性質はそのエネルギー付与によって覆い隠されてしまうからである。放射線照射中に試料の特性を調べる「その場測定」では、不要な現象を排除し必要な情報のみを抽出する方法を考案する必要がある。特に電気特性に関しては、イオンや電子線がもつ電荷そのものが測定系へ流入する可能性があり、それらをノイズとしてうまく排除してやらなければ正しく測定することはできない。また、照射直後に試料特性をその場測定する場合でも、照射に起因する何らかのノイズが残っている可能性があることを注意しておかなければならない。

本オープンセミナーでは、我々が構築した以下の「その場測定装置」について紹介し、各その場測定の目的や意義について説明する。

- 太陽電池特性測定装置
- 電気伝導度測定装置
- 放射線誘起電気伝導度測定装置
- 熱起電力測定装置

また、測定上の注意点などについても触れた上で、本装置で得られた代表的な成果をいくつか報告する。