

利用設備:
6MVタンデム
1MVタンデトロン

イオンビーム照射(耐放射線性試験、物質改質)

Ion Beam Irradiation (Radiation -Tolerance Test, Modification of Materials)

[原理] 現代の高度に制御された静電加速器を用いれば、標的物質の特定の位置及び深さに、指定した原子種を一個ずつ目的量だけ照射・注入することができます。こうした高度な放射線の利用は物質科学のみならず生物学にまで及んでいます。イオン種と加速エネルギーを広い範囲で利用できる加速器は放射線環境下での利用が想定される宇宙利用半導体デバイスの耐放射線性試験(事前の安全確認テスト)などに有用です。加速器から得られる荷電粒子のエネルギーは標的物質の結合エネルギーを遙かに超えているため、照射に伴う現象(電子励起と構成原子の変位、異種核種導入効果など)は非平衡な物質処理に相当します。そのため、イオンビーム照射はナノ技術分野での物性制御や物質材料への新規機能性付与のために重要な手段です。

[何ができる?]

1. 耐放射線性試験: 宇宙利用半導体デバイスの開発には地球を取り囲む宇宙の放射線環境の正確な把握と、地上での宇宙利用デバイスの耐放射線性の評価が重要になります。そのため加速器による高速イオンビームの照射実験が必要ですが、利用可能な施設は限られており、そのひとつがUTTACの施設(図1)です。半導体デバイスは日々進歩していますが、宇宙での放射線環境を模擬した極微量のイオン照射による地上実験により問題点を的確かつ迅速に把握し、解決することが将来の高機能で安全な宇宙機器の開発につながります。図2はUTTAC(●)および量研機構高崎TIARA(●)で得られた実験データで、エラー断面積(デバイスの動作エラーの発生頻度に対応)とLET(単位長さあたりのエネルギー付与)の関係を示しています。

2. 物質の改質・機能性付与: イオンビーム照射は、標的物質の環境条件(温度、印加外部場)を適切に制御すれば、意図したタイプの格子欠陥を形成したり、異種元素を目的の格子位置や深さに導入できるナノ技術に必須の手段です。これらの特性を利用して、例えば微量のイオン照射を利用した新規機能素子の実現が可能です。また数10 nA程度のイオン照射による巨視的な物性制御の例では、イオンビーム照射時の電子励起効果を利用した基礎研究や新規デバイスの開発を目指す研究が行われています。必要があれば、ビーム集束システムを用いて得られるマイクロビーム照射の利用も可能です。

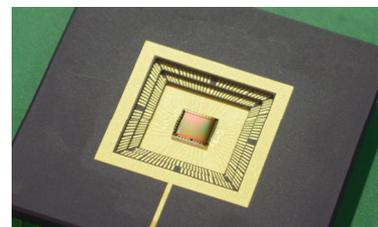


図1: 宇宙用半導体素子等のイオンビーム照射実験用の真空散乱槽(直径1 m、高さ0.7 m)(内部にはA5判の面積を走査できるターゲット駆動機構、ターンテーブル、スリットなどが取付けられている)

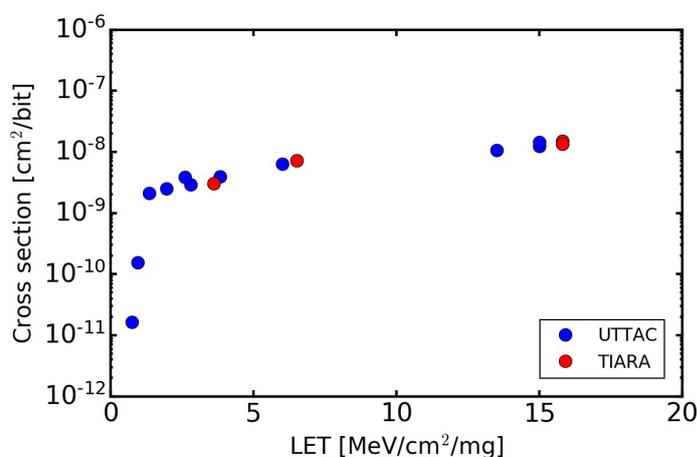


図2: 宇宙利用半導体デバイスのエラー断面積のLET依存性 (JAXA作成)