高速重イオン照射したスピネル結晶中のイオントラック構造とイオン配列
Atomic Structure and Ion Distribution in Ion Tracks in Spinel Irradiated with Swift Heavy Ions

安田　和弘[1)]、山本　知一[1)]、椎山　謙一[1)]、松村　晶[1)]、石川　法人[2)]
Kazuhiro YASUDA, Tomokazu　YAMAMOTO, Kenichi SHIIYAMA, Syo MATSUMURA, Norito ISHIKAWA
[1)]九州大学　工学研究院　　[2)]原子力機構　東海研究センター

長寿命核種消滅処理用不活性母材として期待されているマグネシア・アルミネート・スピネル単結晶（$MgAl_2O_4$）に 200 MeV Xeイオン、および 350 MeV Auイオン照射を行い、照射試料の微細構造を透過型電子顕微鏡により観察した。

キーワード：長寿命核種消滅処理、酸化物セラミックス、照射損傷、イオントラック、電子顕微鏡

１．目的

長寿命放射線核種の核変換処理用不活性母相材料として、マグネシア･アルミネート・スピネルや安定化ジルコニア等の酸化物セラミックスが有力候補となっている。これらの材料中では、核分裂によって 70～100 MeV のエネルギーを有する核分裂生成物が生成される。このような高いエネルギーを持つ重イオンの電子的阻止能は 10 keV/nm 以上となり、材料中にイオントラックと呼ばれる柱状の照射欠陥を形成する。本研究は、電子顕微鏡法によりマグネシア･アルミネート・スピネル結晶中のイオントラックの構造を明らかにすることを目的としている。

２．方法

試料は、ほぼ定比性を有する$MgO{\cdot}Al_2O_3$スピネル単結晶試料、および$MgO{\cdot}3Al_2O_3$の組成を持つ不定比性スピネル単結晶試料を用いた。試料は超音波カッターを用いて 3 mmφのディスクに打ち抜いた後、ディンプル加工を行い、イオンミルにより電子顕微鏡観察可能な薄膜試料とした。試料板面は、定比性スピネル試料に対しては、(001)、(011)、および(111)の 3 面とし、不定比性スピネル試料では、ほぼ(011)面であった。この薄膜試料に日本原子力開発研究機構のタンデム加速器を用いて 200 MeV Xeイオンおよび 350 MeV Auイオン照射実験を室温にて行った。イオン照射は板面に垂直な方向から行ない、照射量は 1.0×10^{15}~2.0×10^{16}ions/m^2とした。照射後の試料に対して九州大学超高圧電子顕微鏡室のJEM4000EX及びJEM3200FSKを用いて微細組織観察を行った。

３．結果および考察

スピネル結晶中における 200 MeV Xeおよび 350 MeV Auイオンは､殆どのエネルギーを電子的阻止能によって失い、高分解能電子顕微鏡観察を行った領域における電子的阻止能は 200 MeV Xeおよび 350 MeV Auイオンに対して、それぞれ 25 および 35keV/nmとなる。また、弾性的なはじき出し損傷量は 10^{-4} dpa以下であり、照射欠陥集合体形成にはほとんど影響を及ぼさない。

200 MeV Xe イオン照射した定比性スピネル結晶に対しては、いずれの方位から観察してもイオントラックに対応する暗いコントラストが観察された。350 MeV Au イオン照射試料では､､[001]方向から観察した場合に、イオントラック中心部に周囲とは異なる格子像が観察された。現在、他方位から照射した試料、および不定比性スピネル結晶について観察実験を進めている。これらの結果を、高分解能像の計算結果と比較し、イオントラック内部の構造を明らかにする予定である。