高密度電子励起により誘起されるスピネル化合物中の不規則化領域の評価

九州大学工学研究院 安田和弘 山本知一 松村 晶



Fig. 1 350 MeV Au イオンを照射したマグネシア・アルミネート・スピネル(MgAl₂O₄)の断面明視野像(a). (a)中のスケールは、イオンの侵入深さを表している. (b)-(d)は、非照射試料ならびにイオン侵入深さ2および 8 μ mの位置において取得した HARECXS プロファイルである.

マグネシア・アルミネート・スピネル($MgAl_2O_4$) は、次世代原子炉燃料および長寿命核種変換処理用材 料の不活性母相母相として期待されている. これらの 材料中では、核分裂に伴って 70~100 MeV 程度の核 分裂片が発生し、イオン飛跡に沿った円柱状の照射欠 陥(イオントラック)が形成される⁽¹⁾. Fig. 1(a)は, 350 MeV の金イオンを照射した MgAl₂O₄ の断面明視 野像であり、イオン飛跡に沿ってイオントラックが形 成されている⁽²⁾. Fig. 1(b)-(d)は,高角度分解能 X 線チャンネリング分光法(HARECXS: High Angular Resolution Electron Channeling X-ray Spectroscopy) により得られた特性X線強度の電子線入射角度依存 性である.(b)より,AlおよびOイオンは,ほぼ等 しい電子線入射角度依存性を示し, Mg イオンのそれ とは大きく異なっていることがわかる. これは, [100]方向から見た場合,正スピネル構造の原子列が Al/O 原子列と Mg 原子列により構成されていること に起因している. 照射に伴って, 各構成原子の HARECXS プロファイルは互いに近づくように変化 しており、イオントラック周辺領域の Mg および Al が互いの位置を交換し、不規則化していることを表し ている. Fig.2は,不規則化領域サイズを電子的阻 止能の関数として表したものであり、約10keV/nm 以上の電子的阻止能において不規則化領域が出現し, そのサイズは電子的阻止能値の増加と伴って増加して いることがわかる⁽²⁾.この図に基づいて、核分裂片に より誘起される不規則領域のサイズを見積もることが 可能となる.本研究の成果は、電源開発促進対策特別



Fig. 2 350 MeV Au イオン照射により形成された不規 則領域直径の電子的阻止能依存性.

会計法に基づく文部科学省からの受託事業として九州 大学が実施した2007年度「長寿命核種変換処理用酸 化物セラミックスに関する研究開発」の成果,ならび に科学研究費基盤研究 A の成果を含むものである.

献

文

- K. Yasuda, T. Yamamoto, M. Shimada, S. Matsumura, Y. Chimi and N. Ishikawa: Nucl. Instr. Meth. B., 250(2006), 238.
- (2) K. Yasuda, T. Yamamoto, S. Seki and S. Matsumura: Nucl Instr. Meth., B, 266 (2008), 2834.

(2009年8月10日受理)

Characterization of Disordered Zone Induced by High Density Electronic Excitation in Magnesium Aluminate Spinel; Kazuhiro Yasuda, Tomokazu Yamamoto, Syo Matsumura (Department of Applied Quantum Physics and Nuclear Engineering, Kyushu University, Fukuoka) Keywords: $MgAl_2O_4$, ion track, atomic disordering. electron channeling X-ray spectroscopy

 $TEM \ specimen \ preparation: \ ion \ milling \quad TEM \ utilized: \ FEI \ Tecnai \ 20 \ (200 \ kV) \ and \ JEOL \ JEM3200FS \ (300 \ kV) \ JEOL \ JEM3200FS \ JEOL \ JEM3200FS \$