複合酸化物セラミックスの照射誘起構造変化

大阪大学産業科学研究所 石丸 学

Fig. 1 エネルギー 300 keV の Kr イオンを液体窒素温度にて $3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ 照射した $\delta\text{-Sc}_4\text{Zr}_3\text{O}_{12}$ の明視野像, 電子回折図形, 高分解能像, フーリエスペクトル.

放射性廃棄物処理用コンテナ材料の候補としては, 優れた耐照射性を有することが1つの条件として挙げられる. 我々は耐照射性材料の開発指針を確立するため, 蛍石型構造に関連した複合酸化物の照射挙動を系統的に調べてきた⁽¹⁾⁽²⁾. この際, イオン照射 $\delta\text{-Sc}_4\text{Zr}_3\text{O}_{12}$ において不規則相から新たな規則相が形成されるという, 特異な振る舞いを見いだした. (ここでは, 酸素空孔がアニオン副格子上でランダムに配置した場合を不規則相と呼ぶ.)

Fig. 1 は, 液体窒素温度で 300 keV の Kr イオンを $3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ 照射した $\delta\text{-Sc}_4\text{Zr}_3\text{O}_{12}$ の断面観察の結果である. 表面から 200 nm に渡ってイオン照射による損傷領域が存在する. 基板(C)の回折図形に存在する規則格子反射は, 最も損傷が大きい領域(B)の回折図形では消失しており, δ から蛍石型構造への相変態が起こっている. 一方, 表面領域(A)においては δ 相とは異なる周期, 方向に規則格子反射が現れている. 高分解能像およびそのフーリエスペクトルからも

表面に新たな規則相が形成されていることが確認された. 電子回折により決定された空間群および消滅則から, この規則相は C-希土構造(ピクスピアイト型構造)を有することが明らかとなった. イオン照射時の表面からの酸素原子の優先的スパッタリング, ならびに導入された酸素空孔の再配列がピクスピアイト相の形成に重要な役割を演じていると考えられる⁽³⁾.

イオン照射試料は, 米国ロスアラモス国立研究所の Kurt E. Sickafus 博士より提供いただいた.

文 献

- (1) K. E. Sickafus, L. Minervini, R. W. Grimes, J. A. Valdez, M. Ishimaru, F. Li, K. J. McClellan and T. E. Hartmann: Science, **289**(2000), 748-751.
- (2) K. E. Sickafus, R. W. Grimes, J. A. Valdez, A. Cleave, M. Tang, M. Ishimaru, S. M. Corish, C. R. Stanek and B. P. Uberuaga: Nature Mater., **6**(2007), 217-223.
- (3) M. Ishimaru, Y. Hirotsu, M. Tang, J. A. Valdez and K. E. Sickafus: J. Appl. Phys., **102**(2007), 063532(1)-063532(7). (2008年6月26日受理)

Radiation Induced Structural Changes in Complex Oxides; Manabu Ishimaru (Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University, Ibaraki)

Keywords: radiation induced phase transformation, fluorite structural derivatives, complex oxides

Irradiation condition: 300 keV Kr²⁺, $3 \times 10^{16} \text{ Kr/cm}^2$, cryogenic temperature

TEM specimen preparation: ion milling (final condition: 3 keV Ar⁺, irradiation angle 4°) TEM utilized: JEOL JEM-3000F (300 kV)