酸化セリウム中の転位ループ性状の電子エネルギー依存

九州大学大学院工学研究院 安永 和 史 安田 和 弘 椎山 謙 一 松村 晶
電力中央研究所 園 田 健

Fig. 1 CeO_2 中に室温で 1 MeV 電子照射により形成された転位ループ(a), 3 MeV 電子照射により形成された転位ループおよび転位線(b).

構成元素の質量数が大きく異なる ($M_{\text{Ce}} : M_{\text{O}} \approx 140 : 16$) 二酸化セリウム (CeO_2) に対して, 電子を照射することにより構成イオンの弾き出し環境を変化させて二時欠陥(転位ループ)の形成に関して調べた. 超高圧電子顕微鏡を用い, 照射電子のエネルギーの関数として CeO_2 に形成される転位ループの構造や性状, さらにその成長挙動を解析することにより, 構成イオンの点欠陥に関する情報を独立に抽出した.

電子照射実験は, 1250 keV 以下の電子エネルギーにおいては九州大学に設置されている JEOL JEM-1000 を, 1500 keV 以上の電子エネルギーにおいては大阪大学の Hitachi H-3000 をそれぞれ使用して行った.

CeO_2 に対して 1250 keV 以下の電子を照射すると, O イオンが選択的に弾き出されることにより, O イオンが $\{111\}$ 面に集合した転位ループ $1/9\langle 111 \rangle \{111\}$ が形成された (Fig. 1(a)). O イオンのみ弾き出される条件で, 転位ループの成長の電子エネルギー依存性を調べることににより, 低エネルギー電子 (200 keV) 照射下では O イオン空孔の照射誘起拡散が確認され, 電

子励起に起因した現象と考察された⁽¹⁾. 一方 1500 keV 以上の電子照射では, O イオンのみならず Ce イオンも弾き出されることにより, 形成される転位ループは $\{110\}$ 面に存在する完全転位型 $1/2\langle 110 \rangle \{110\}$ へと変化した (Fig. 1(b)). 試料温度を変化させた場合の完全型転位ループの電子照射下での成長挙動の解析から, Ce イオン空孔の移動の活性化エネルギーは 2.1 eV 以上であると評価された⁽²⁾.

本研究は, 原子力委員会の評価に基づき, 文部科学省原子力試験研究費により実施された. 大阪大学超高圧電子顕微鏡の共同利用は, 文部科学省超高圧電子顕微鏡連携ステーション事業による.

文 献

- (1) K. Yasunaga, K. Yasuda, S. Matsumura and T. Sonoda: Nucl. Instr. Meth., B **250** (2006), 114–118.
- (2) K. Yasunaga, K. Yasuda, S. Matsumura and T. Sonoda: Nucl. Instr. Meth., B **266** (2008), 2877–2881.

(2008年7月28日受理)

Electron Enrgy-Dependent Type of Dislocation Loops in CeO_2 ; Kazufumi Yasunaga*, Kazuhiro Yasuda*, Kenichi Shiiyama*, Syo Matsumura*, Takeshi Sonoda** (*Department of Applied Quantum Physics and Nuclear Engineering, Kyushu University, Fukuoka. **Nuclear Technology Research Laboratory, CRIEPI, Tokyo)

Keywords: CeO_2 , electron irradiation, dislocation loop, vacancy

Irradiation condition: 1 MeV e^- , $3 \times 10^{26} e^-/\text{m}^2$, 296 K in Fig. 1(a), 3 MeV e^- , $8 \times 10^{26} e^-/\text{m}^2$, 296 K in Fig. 1(b)

TEM specimen preparation: ion milling (6~0.5 keV Ar^+ irradiation, angle 8°). TEM-utilized: JEOL JEM-1000 (1 MeV), Hitachi H-3000 (3 MeV)