

## マグネトロンスパッタリング法で作製した酸化イットリウム被覆の微細構造 および水素同位体透過挙動に対する重イオン照射効果

Heavy ion irradiation effects on microstructure and hydrogen isotope permeation behavior  
in yttrium oxide coating prepared by magnetron sputtering

\*中村 和貴<sup>1</sup>、藤田 光<sup>2</sup>、Jan Engels<sup>3</sup>、藪内 聖皓<sup>4</sup>、近藤 創介<sup>5</sup>、  
叶野 翔<sup>2</sup>、寺井 隆幸<sup>2</sup>、近田 拓未<sup>1</sup>

<sup>1</sup>静岡大学、<sup>2</sup>東京大学、<sup>3</sup>ユーリッヒ研究センター、<sup>4</sup>京都大学、<sup>5</sup>東北大学

Tritium permeation barrier has been investigated for several decades to establish fusion reactor blanket systems. In this study, yttrium oxide coatings prepared by magnetron sputtering were irradiated by Fe ion on various parameters. The results showed structure change depended on damage concentration and irradiation temperature.

**Keywords:** Tritium, Permeation, Coating, Yttrium oxide, Irradiation

**1. 緒言：**核融合炉ブランケットシステムの実用化に向けて、燃料トリチウムの透過による漏洩の低減は重要な課題であり、周辺環境の安全性や燃料効率の確保、炉内機器の長寿命化の観点から、配管およびブランケット筐体へ施すトリチウム透過低減用セラミックス被覆の研究が進められてきた。最近ではセラミックス被覆に対する照射効果に関する研究も開始され、重イオン照射によって酸化エルビウム ( $\text{Er}_2\text{O}_3$ ) や酸化イットリウム ( $\text{Y}_2\text{O}_3$ ) 被覆の微細構造や重水素透過挙動が変化することが明らかとなった[1,2]。しかし、先行研究の損傷密度は最大 1 dpa 程度であり、長期間の使用に向けては照射効果の評価が不十分である。そこで本研究では、 $\text{Y}_2\text{O}_3$  被覆試料に対して種々の温度条件で最大 20 dpa の鉄イオン照射試験を行い、その後の微細構造分析から被覆に対する照射効果を調査した。

**2. 実験方法：**低放射化フェライト/マルテンサイト鋼 F82H 基板上にマグネトロンスパッタリング法により膜厚 650 nm 程度の  $\text{Y}_2\text{O}_3$  被覆を蒸着させ、高真空下 ( $< 10^{-5}$  Pa)、600 °C で 24 時間熱処理を行った。この被覆試料に対して、種々の温度および損傷密度で鉄イオン照射を行った後、透過型電子顕微鏡 (TEM) による微細構造分析および重水素透過試験を実施した。

**3. 結果と考察：**室温で損傷密度が 10 dpa となるまで照射した  $\text{Y}_2\text{O}_3$  被覆試料の断面 TEM 像を図 1 に示す。アモルファス層の上に平均 12 nm の結晶粒が緻密に存在する層の形成が確認され、この層はボイドをほとんど含んでいないことが分かった。損傷密度が 3 dpa までの被覆試料では、ボイドおよびアモルファス層の形成のみが観察されたのに対し、20 dpa まで照射された試料でも同様の層が確認されたことから、微細構造変化が損傷密度とともに進展することが示唆された。発表では重水素透過挙動に対する照射効果についてもあわせて報告する。

### 参考文献

- [1] 近田拓未 他、第 33 回プラズマ・核融合学会年会、講演番号 01aC02  
[2] 近田拓未 他、日本原子力学会 2017 年春の年会、講演番号 1B09

\*Kazuki Nakamura<sup>1</sup>, Hikari Fujita<sup>2</sup>, Jan Engels<sup>3</sup>, Kiyohiro Yabuuchi<sup>4</sup>, Sosuke Kondo<sup>5</sup>, Sho Kano<sup>2</sup>, Takayuki Terai<sup>2</sup>,  
Takumi Chikada<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Shizuoka University, <sup>2</sup>The University of Tokyo, <sup>3</sup>Jülich Research Center, <sup>4</sup>Kyoto University, <sup>5</sup>Tohoku University

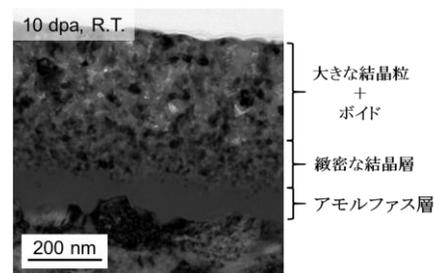


図 1 室温で 10 dpa まで照射した  $\text{Y}_2\text{O}_3$  被覆試料の断面 TEM 像