

重イオン照射した酸化ジルコニウム被覆における電気化学特性と水素同位体透過挙動との相関

Correlation between electrochemical properties and hydrogen isotope permeation behavior for heavy-ion irradiated zirconium oxide coating

*藤原 輝¹, 法月 亮介¹, 三浦 颯太¹, 叶野 翔², 田中 照也³, 近田 拓未¹

¹ 静岡大学, ² 東京大学, ³ 核融合科学研究所

核融合炉ブランケットにおける機能性被覆の水素同位体透過挙動に対する照射影響の定量的な評価を目指し、セラミックス被覆に重イオンを照射した後、電気化学測定と重水素透過試験を行い、被覆に対する照射影響及び両者の相関性を調べた。

キーワード: トリチウム, 透過, 被覆, 照射, 電気抵抗

1. 緒言

核融合炉ブランケットにおけるトリチウムの透過漏洩に対する解決策として、構造材料に機能性被覆を施すことが検討されている。炉内環境を模擬するために放射線照射試験が実施され、先行研究では、重イオン照射によって被覆の微細構造と水素同位体透過挙動の変化が確認された[1]。一方、被覆の微細構造の評価には、断面顕微鏡観察など多大な時間と労力を必要とし、また破壊分析であることが多い。そのため、機能性被覆の非破壊的かつ定量的な評価方法の確立は、実機での検査技術において極めて重要である。そこで本研究では、機能性被覆に対して電気化学測定と重水素透過試験を実施することを通して、被覆の微細構造と水素同位体透過挙動における照射影響を調べた。

2. 実験手法

機能性被覆の候補材料の一つである酸化ジルコニウム (ZrO_2) 被覆を、低放射化フェライト鋼 F82H 基板上に有機金属分解法により作製した。被覆試料に対して、2.8 MeV の鉄イオンを損傷密度が最大 1 dpa となるまで照射し、深さ方向に対してほぼ均一な損傷を与えた。その後、被覆上に金属電極を作製し、200～300 °C の温度領域および $1 \sim 10^6$ Hz の周波数範囲で交流測定を実施した。

3. 結果・考察

室温下で 0.1 dpa の損傷密度を与えた被覆試料の各温度における比誘電率の周波数依存性を図に示す。275 °C 以下と比べて、300 °C での比誘電率は低周波数領域 ($\leq 10^4$ Hz) で大きく上昇した。また、電気伝導率は 250 °C 以下ではアレニウスの式に従い増加したが、275 °C 以上では減少した。以上の結果から照射損傷及び欠陥回復によって被覆の電気化学特性が変化することが確認された。発表では、重水素透過試験の結果についてもあわせて報告する。

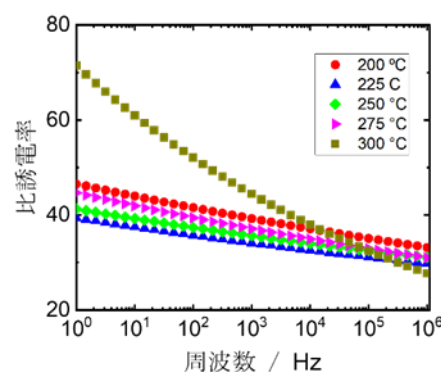


図 0.1 dpa の損傷密度を与えた ZrO_2 被覆試料の各温度における比誘電率の周波数依存性

参考文献

[1] K. Nakamura *et al.*, Fusion Eng. Des. 146 (2019) 2031–2035.

*Hikaru Fujiwara¹, Ryosuke Norizuki¹, Sota Miura¹, Sho Kano², Teruya Tanaka³, Takumi Chikada¹

¹Shizuoka Univ., ²Univ. of Tokyo, ³NIFS