

Zr イオン照射による Zr 合金酸化皮膜における析出物の挙動

Behavior of Precipitates in Oxide Film of Zr Alloy under Zr-ion Irradiation

*高橋 克仁¹, 岩崎 富生¹, 村上 健太²

¹日立製作所, ²東京大学

酸化皮膜を形成させたジルカロイ 2 に Zr イオンを照射して、はじき出し損傷を受けた酸化皮膜における析出物の形態を評価し、はじき出し損傷が Zr 合金の水素吸収に及ぼす影響を検討した。

キーワード: Zr 合金, ジルカロイ, 腐食, 水素吸収, 析出物, イオン照射

1. 緒言

ジルカロイの合金成分である Fe, Cr および Ni は, Zr 合金の腐食および水素吸収に影響を及ぼす。これらの合金成分は Zr に固溶しにくく, Zr 合金中では析出物を形成する。また, Zr 合金の水素吸収は酸化皮膜を介して起こる。そこで, 発表者らは酸化皮膜における析出物の挙動に着目し, 合金成分である Fe および Cr の酸化皮膜中での酸化, ならびに, Fe および Cr の酸化皮膜への固溶が酸化皮膜中での水素の拡散係数を減少させ, 水素吸収抑制に寄与すると推定した[1,2]。今回, 酸化皮膜を形成させたジルカロイ 2 に Zr イオンを照射して酸化皮膜中での析出物の挙動を評価し, 酸化皮膜における析出物のはじき出し損傷が水素吸収に及ぼす影響について, 上記の推定をもとに検討した。

2. 試験方法

ジルカロイ 2 を 288 °C の高温高圧水に 1000 h 浸漬し, 厚さ約 1 μm の酸化皮膜を形成させた。これにタンデロン加速器を使用して 3 MeV Zr²⁺イオンを照射した。照射温度は 300 °C とし, 照射量は Zr におけるはじき出し損傷量に換算して 10 dpa (dpa: displacement per atom, また, ZrO₂ では約 3 dpa に相当) とした。イオン照射後の酸化皮膜の断面を SEM および TEM により観察し, 酸化皮膜での析出物の形態を評価した。

3. 結果と考察

Fig.1 に SRIM コードにより求めた ZrO₂ 中での損傷量分布と共に, SEM 観察による酸化皮膜での析出物の分布を示す。イオン照射を受けた酸化皮膜では, 非照射の酸化皮膜と比較して析出物数密度の減少する傾向がみられた。この傾向は金属 - 酸化皮膜境界近傍では不明瞭であったが, 金属 - 酸化皮膜境界から離れた場所で顕著であった。このことから, 析出物から酸化皮膜への合金成分溶出の, イオン照射による促進が示唆された。これまでに, 電荷の移動を考慮した分子動力学シミュレーションにより, 酸化皮膜への Fe および Cr の固溶による水素の拡散係数の減少を確認しており [2], 今回の照射量条件では, はじき出し損傷による水素吸収低減が推測された。

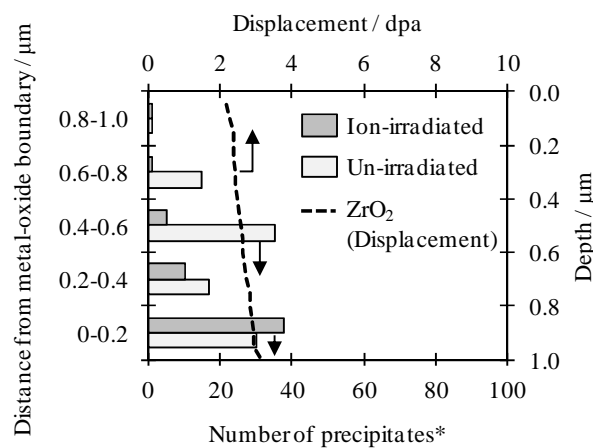
参考文献

[1] 高橋, 石橋, 岩崎, 稲垣, 日本原子力学会「2013年 春の年会」, G39

[2] 高橋, 金田, 石橋, 岩崎, 稲垣, 日本原子力学会「2014年 春の年会」, G01

*Katsuhito Takahashi¹, Tomio Iwasaki¹ and Kenta Murakami²

¹Hitachi, Ltd., ²Tokyo Univ.



* Per 100 μm width of oxide film

Fig.1 ジルカロイ2酸化皮膜での析出物の分布 (SEM観察結果)