

中性子照射タングステン材料の高温酸化挙動および放射化酸化物放出挙動

High temperature oxidation of neutron-irradiated tungsten materials and radioisotope release by oxide sublimation

*松本 あずさ¹, 波多野 雄治^{1,2}, 大塚 哲平³, 小林 真⁴, 大矢 恭久⁵, 島田 雅⁶

¹富山大学, ²東北大学, ³近畿大学, ⁴核融合科学研究所, ⁵静岡大学, ⁶アイダホ国立研究所

熱重量測定装置および質量移行実験装置を用いて、中性子照射されたタングステン(W)の酸化速度および昇華性酸化物の飛散昇華速度、ならびにそれに伴うトリチウムと放射化物の放出速度を調べる。核変換で形成されるレニウム(Re)の影響に着目する。これらにより、核融合炉の真空喪失事故時における安全性評価に不可欠なデータベースの構築に寄与する。

キーワード：タングステン、酸化、熱重量分析

1. 緒言

核融合炉のプラズマ対向材料である W は燃料プラズマおよび高エネルギー中性子の照射を受け、トリチウムを取り込むと共に放射化する。真空喪失事故が起こると高温の W と酸素あるいは水蒸気の反応が生じるが、W や核変換生成物である Re の酸化物は高い蒸気圧を持つため、酸化に伴い放射化物およびトリチウムが飛散する懸念がある[1,2]。そこで日米協力 FRONTIER 計画では、アイダホ国立研究所に熱重量測定装置および質量移行実験装置を設置し、中性子照射 W の酸化速度および昇華性酸化物の放出速度を調べている。本発表では、設置した実験装置の概要と初期の成果を報告する。

2. 実験

熱重量測定(Thermogravimetric analysis TGA)には島津製作所製 TGA-50 を使用する。雰囲気ガスは Ar-20 %O₂ とし、一部の実験では室温程度の蒸気圧(約 3 kPa)の水蒸気を添加する。流量は 70 mL/min 程度を想定しているが、酸化が酸素および水蒸気の供給によって律速されることがないように適宜調整する。試料には純 W および W-10 %Re 合金のディスク(φ6 mm×t0.5 mm)を使用する。純 W 試料の一部には米国オークリッジ国立研究所の研究炉 HFIR で RB-19J キャプセルを用いて中性子照射を実施している[3]。酸化温度は 873 K～1173 K とする。

質量移行実験では図 1 の装置を用い、上記と同様の純 W および W-10 %Re 合金ディスク試料を使用する。酸化温度は 873 K, 1073 K とし、ガス流量は TGA 実験の結果に基づき決定する。

実験結果については発表当日報告する。

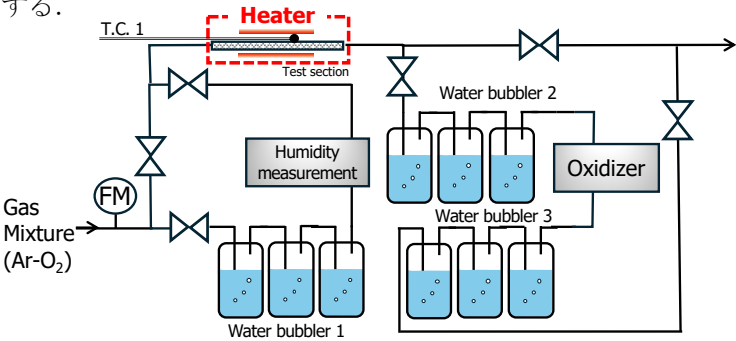


図 1 質量移行実験装置

参考文献

[1] S.C. Cifuentes et al., Corrosion Science 57 (2012) 114-121.
[2] T. Otsuka et al., Nuclear Materials and Energy 25 (2020) 100791.
[3] 上田良夫ら, プラズマ・核融合学会誌 96(2020) 129.

*Azusa Matsumoto¹, Yuji Hatano^{1,2}, Teppei Otsuka³, Makoto Kobayashi⁴, Yasuhisa Oya⁵ and Masashi Shimada⁶

¹Univ. of Toyama, ²Tohoku Univ., ³Kindai Univ., ⁴NIFS, ⁵Shizuoka Univ., ⁶INL.