

CuCrZr 合金および酸化物分散強化 Cu 合金の水素同位体吸収・放出特性

Absorption and Release of Hydrogen Isotopes by CuCrZr and Cu-ODS Alloys

*波多野 雄治¹、史 鵬¹、向 鑫¹、外山 健²、近藤 創介³、檜木 達也³

¹富山大水素研, ²東北大金研, ³京大エネルギー理工

CuCrZr 合金および酸化物分散強化 Cu 合金を H₂ ガス、D₂ ガス、H₂-D₂ 混合ガスに 300～500℃で曝露したのち昇温脱離スペクトルを測定し、脱離ピーク温度に顕著な同位体効果を見出した。また、5.1 MeV の Cu イオンを 0.5 dpa まで照射したところ、CuCrZr 合金では水素同位体吸蔵量の顕著な増加が観察された。

キーワード：同位体効果，照射効果，ダイバータ，冷却管，昇温脱離

1. 緒言

Cu 合金は核融合炉ダイバータ冷却配管材料として有望視されており、トリチウムを含む水素同位体の透過・蓄積挙動を調べることは炉の安全性の観点から重要である。そこで本研究では、CuCrZr 合金および酸化物分散強化 Cu 合金を H₂ ガス、D₂ ガス、H₂-D₂ 混合ガスに 300～500℃で曝露し、水素同位体吸収量および放出挙動を昇温脱離測定により調べた。また、Cu 自己イオン照射による損傷導入の影響を評価した。

2. 実験

試料には Cu-1%Cr-0.1%Zr 合金および Cu-0.5 Al₂O₃ 合金 (North American Höganäs High Alloys, GLIDCOPAL-25) を用いた。前者では溶体化処理後に真空中にて 460℃で 3 時間および 610℃で 4 時間の熱処理を行った。後者については、真空中で 830℃に加熱し脱ガス処理とした。これらの試料を全圧 100 kPa の H₂ ガス、D₂ ガス、H₂-D₂ 混合ガスに 300～500℃で 1～10 時間曝露した後、昇温脱離スペクトルを測定した (昇温速度 0.5 K/s)。また、京都大学 DuET を用いて 250℃で 5.1 MeV の Cu イオンをブラッグピーク深さの損傷量が 0.5 dpa となるまで照射したのち、300℃にて 100 kPa の D₂ ガスに曝露し、表面近傍の D 分布を核反応法で調べた。

3. 結果及び考察

上述の条件下での飽和水素同位体濃度は 40～50 appm 程度であり、これは文献[1-4]に報告されている透過実験で求められている溶解度から予測される値と比べ一桁以上大きかった。透過実験においては、実験温度で水素同位体が脱離しない不可逆な捕捉サイトの寄与が見えにくく、飽和水素濃度が過小評価されたと考えられる。吸収量には顕著な同位体効果が見られ、同じ分圧の場合、H の方が D より高濃度に吸収された。図 1 に 50%H₂-50%D₂ ガスに曝露したのちの昇温脱離スペクトルを例として示す。脱離ピーク温度にも明瞭な同位体効果が見られ、軽い同位体がより低温で脱離している。また、Cu イオン照射により、飽和水素濃度が約 2 倍に増大した。発表では、同位体効果の発現機構について議論する。

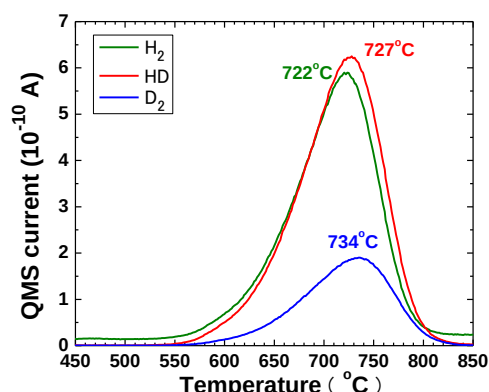


図 1 50%H₂-50%D₂ ガスに曝露した CuCrZr 合金からの H₂、HD、D₂ 分子の昇温脱離スペクトル。

[1] E. Serra, A. Perujo, J. Nucl. Mater., 258–263(1998)1028–1032, [2] I. Peñalva et al., doi: 10.5772/34469, [3] S. J. Noh et al., J. Nucl. Mater., 473(2016)112–118, [4] G. A. Esteban et al., Fusion Eng. Design, 84(2009)757–761.

* Yuji Hatano¹, Peng Shi¹, Xin Xiang¹, Takeshi Toyama², Sosuke Kondo³ and Tatsuya Hinoki³

¹Univ. Toyama, ²Tohoku Univ., ³Kyoto Univ.