

タングステン中の重水素滞留挙動に及ぼすカリウムドーピングの影響

Effect of potassium doping on deuterium retention behavior in tungsten

*毛利 晨¹, 野上 修平¹, 小林 真², 長坂 琢也², 永井 康介^{1,3}

¹東北大学・工学研究科, ²核融合科学研究所, ³東北大学・金属材料研究所

純タングステン (W) およびカリウム (K) ドープ W に重水素ガス曝露および昇温脱離ガス分析 (TDS) を実施し、W 中の重水素滞留挙動に及ぼす K ドープの影響を評価した。

キーワード: タングステン, カリウムドーピング, 重水素

1. 緒言

カリウム (K) ドープタングステン (W) は、W 中に第二相として微小なバブルを分散させた材料である。このバブルには製造時に添加された微量の K が残留しており、K バブルと呼ばれる。K ドープ W は、純 W に比べ低い延性脆性遷移温度 (DBTT)、高い再結晶耐性、優れた耐照射性などを示すことから、ダイバータのプラズマ対向材料として期待されている。プラズマ対向材料においては、燃料のトリチウムや重水素といった水素同位体の滞留量が小さいことが求められるが、K ドープ W 中に存在する K バブルは、材料中に侵入した水素同位体のトラップサイトとして機能し、その滞留量を増加させることが懸念される。本研究では、W 中の重水素滞留挙動に及ぼす K ドープの影響を明らかにすることを目的とした。

2. 実験

供試材は、(株)アライドマテリアル製の粉末焼結および圧延により製造された、純 W および K ドープ W である。それぞれについて、4 条件の圧延率の素材を用いた。素材厚さは、圧延率の低い順に 1 mm、0.5 mm、0.3 mm、0.2 mm であった。これらの素材から、10 mm × 10 mm × 素材厚さの試料を作製した。各試料に圧力 88 kPa、温度 873 K において、94 h の重水素ガス曝露を実施し、その後、昇温速度 10 K/min において 1323 K までの昇温脱離ガス分析 (TDS) を実施した。さらに、結晶粒組織などの評価のため、電子後方散乱回折 (EBSD) 法による結晶粒径や粒界密度の測定と、ビッカース硬さの測定を実施した。

3. 結果と考察

図に、厚さ 1 mm と 0.3 mm の純 W と K ドープ W の重水素 TDS スペクトルを示す。両材料とも、圧延率 (厚さ) の違い、K ドープの有無にかかわらず、単一の脱離ピークを示した。また、圧延率の増加 (厚さの減少) に伴うピーク高さおよび総脱離量 (スペクトル積分値) の増加、ピーク温度の低温側へのシフトが見られた。EBSD 分析と硬さ測定から、圧延率の増加に伴う粒界密度と硬さの増加も確認されたことから、圧延率の増加に伴う脱離ピーク高さおよび総脱離量の増加には、粒界や転位といったトラップサイト密度の増加が影響していると考えられた。ピーク温度のシフトの原因としては、試料厚さや粒界密度の影響などが考えられるが、詳細は現在検討中である。さらに、いずれの圧延率においても、K ドープ W は同じ圧延率の純 W に比べ、高い脱離ピークおよび総脱離量を示した。これは、K バブルが重水素のトラップサイトとして機能し、滞留量を増加させた可能性を示唆するものと考えられる。転位や粒界、K バブルの影響について、講演ではより詳細に報告する予定である。

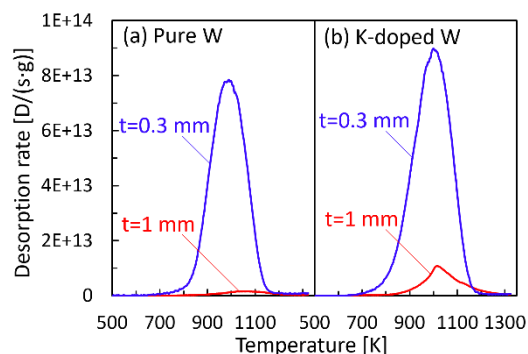


図. (a)純Wおよび(b)KドープWの重水素TDSスペクトル

*Shin Mori¹, Shuhei Nogami¹, Makoto Kobayashi², Takuya Nagasaka², and Yasuyoshi Nagai^{1,3}

¹Grad. Sch. Eng., Tohoku Univ., ²NIFS, ³IMR, Tohoku Univ.