

核融合炉用タングステン材料の照射効果

(3) ヘリウム注入したタングステンの微細組織および高温引張特性

Irradiation effects in tungsten materials for fusion reactors

(3) Microstructure and high-temperature tensile properties of helium-implanted tungsten

*佐藤 祐輔¹, 井藤 大智¹, 服部 剛弥¹, 宮澤 健¹, 野上 修平¹, 長谷川 晃¹¹東北大・工

核融合炉ではタングステン(W)中にはじき出し損傷とともに(n, α)反応によってヘリウム(He)が生成する。Heは金属中にほとんど固溶せず粒界に析出することで脆化を引き起こすことが知られている。本研究ではHeを注入したWの微細組織と高温引張特性について報告する。

キーワード: 核融合炉, タングステン, ヘリウム注入, 微細組織, 高温引張特性

1. 緒言

核融合炉プラズマ対向材料としてタングステン(W)が期待されている。核融合炉ではW中に使用期間中にはじき出し損傷とともに高エネルギー中性子との(n, α)反応によって、10~20appmのヘリウム(He)が生成すると見込まれている。鉄鋼材料ではHeが粒界等の界面上に析出し、粒界強度を低下させるHe脆化が知られているがWについてはHeの影響はほとんど知られていない。本研究では20appmのHeを注入したWの微細組織と高温引張特性を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

試料は(株)アライドマテリアル製の粉末冶金・熱間圧延によって製造された純Wであり、900℃×20分間の応力除去熱処理を施した板材を受入れまま材とした。受入れまま材から引張方向が圧延方向と直交する方向になるようにSS-J型微小引張試験片を採取した。結晶粒観察には直径3mm×厚さ0.2mmのTEMディスクを用いた。AVFサイクロトロン加速器によって生成された50MeVのHe²⁺をエネルギーディグレーダを用いて試験片の厚さ方向にHeを均一に注入した。照射温度は100℃以下に制御し、He注入量は20appmとした。He注入後熱処理は真空中で1500℃まで実施し、引張試験は真空中で1300℃にて実施した。

3. 結果

図1にHe注入したWの全伸びの試験温度依存性を示す。1300℃での試験において、非注入材では回復と再結晶により最大引張り強さは大きく低下し、大きな全伸びを示したのに対し、He注入まま材および注入後に1500℃(1時間)の熱処理をした試験片では、強度の低下は小さく、伸びもほとんど変化しなかった。試験片表面の組織観察でも結晶粒の成長は認められなかった。これらのことから、Heの存在により、受入れまま材中の粒内の転位のセル壁からなる亜粒界組織内では転位の回復は起こるものの、亜粒界の組織は保たれることで、強度低下が抑制されているものと考えられる。またこれらの結果からHeは1500℃までセル壁の回復、および再結晶粒の発生と成長を抑制すると考えられる。

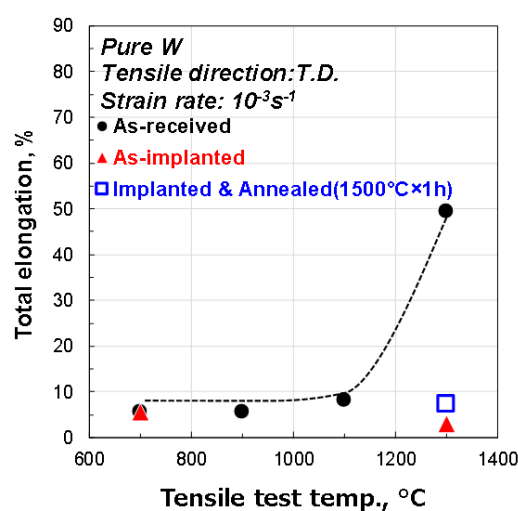


図1 全伸びの試験温度依存性

*Yusuke Sato¹, Daichi Ito¹, Takaya Hattori¹, Takeshi Miyazawa¹, Shuhei Nogami¹, and Akira Hasegawa¹¹Tohoku Univ.