

核融合炉用タングステン材料の高温引張特性に及ぼすヘリウム注入の影響 Effect of helium implantation on high-temperature tensile properties of tungsten materials for fusion reactors

服部剛弥、宮澤健、長谷川晃

HATTORI Takaya, MIYAZAWA Takeshi, HASEGAWA Akira

東北大・工
Tohoku Univ.

1. 緒言

タングステン(W)は、高融点、高熱伝導率、高スパッタリング耐性及び低トリチウム吸蔵性などの観点から、核融合炉のプラズマ対向機器用材料として期待されている材料である。核融合原型炉において高エネルギー中性子照射を受けたWでは、5年間で20appm程度の核変換ヘリウム(He)が生成されると予測されている。Heは金属中に固溶せず粒界に析出することで脆化を起こすことが知られている。オーステナイトステンレス鋼においては、数appm程度の核変換Heによって高温において粒界破壊が発生することが報告されている。Wは、結晶粒界の結合強度が弱く、再結晶脆化による機械特性が低下することが分かっている。その再結晶脆化に加えて、結晶粒内で生成された核変換Heが結晶粒界に集積することで、高温環境下において粒界破壊が促進されることが懸念される。本研究では、He注入後熱処理を施したW材料の引張試験を実施することで、W材料の引張特性に及ぼすHe注入の影響を明らかにする。

2. 実験方法

本研究では、(株)アライドマテリアル社製の粉末冶金・熱間圧延によって製造された純Wを用いた。供試材は、900°C×20分間の応力除去熱処理を施した板材である。引張試験には、ゲージ部の寸法が5mm×1.2mm×0.23mmであるSS-J型微小引張試験片を用いた。試験片は、引張方向が圧延方向と直交する方向になるように採取した。He注入には東北大学のAVFサイクロトロンを用い、50MeVのHeイオン注入を実施した。エネルギーディグレーダを用いることで、試験片の厚さ方向に均一に20appmのHeを注入した。照射温度は100°C以下に制御した。He注入後の熱処理として、1350°C×4時間の熱処理を施した。

3. 結果と考察

図1(a)にHe注入材の熱処理前後のビッカース硬さ試験の結果を示す。1350°C×4時間の熱処理で硬さが低下したものの、非注入材に比べて低下量は小さく、再結晶途上であると考えられる。図1(b)は、1350°C×4時間の熱処理材の硬さのヒストグラムである。これより、熱処理材の硬さには、2つの傾向があることがわかる。平均の硬さでHV463が測定された領域では回復中であり、HV427が測定された領域では再結晶がほぼ終わっていると考えられる。このことから、1350°C×4時間の熱処理によって再結晶粒の核形成が開始したと考えられる。講演では、注入後熱処理を実施した試料の高温引張試験の結果についても報告し、W材料の引張特性に及ぼすHe注入の影響を議論する。

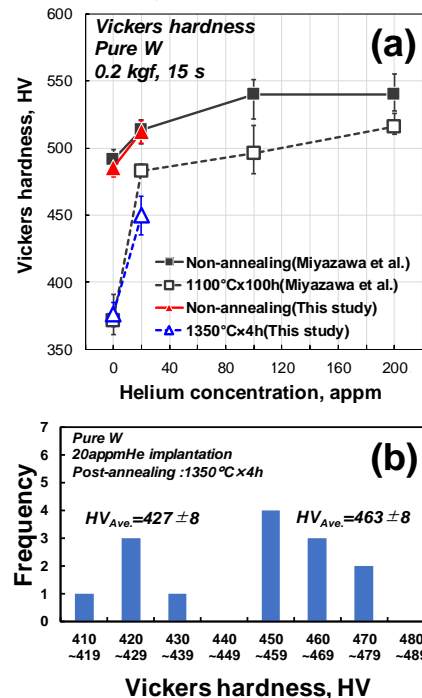


図1 ビッカース硬さ結果,(a)注入量依存性,(b)注入後熱処理材ヒストグラム