

タングステン合金の再結晶挙動 Recrystallization behavior of tungsten alloys

土田航平、福田誠、長谷川晃、野上修平
Kohei TSUCHIDA, Makoto FUKUDA, Akira HASEGAWA, Shuhei NOGAMI

東北大・工
Tohoku University

1, 緒言

圧延によって作製されたタングステン板材は、核融合炉ダイバータのアーマー材の有力な候補である。ダイバータは炉内機器の中で最も高い熱負荷に曝されるため、その際に生じる熱応力によってタングステンに損傷が発生する可能性がある。その上、核融合炉環境では再結晶脆化や照射脆化によって機械特性が低下し、損傷形成が促進される可能性がある。損傷を抑制し、ダイバータの健全性を保つための手法の一つとして、タングステンの材料改質がある。カリウムバブルを分散したカリウムドープタングステン(K材)は、純タングステンに比べ再結晶温度が高く、高温強度も優れることが知られている。しかし既往研究では主として線材が使用されており、圧延板材におけるカリウムドープの効果を確認する必要がある。また、レニウムの添加の効果として、再結晶温度の上昇と高温強度の向上に加え、照射脆化に対する耐性向上が示されている。HasegawaとFukudaらは、カリウムバブルの分散と、レニウム添加を同時に施すことで、機械特性の向上と、再結晶脆化および照射脆化の耐性向上を図ったカリウムドープタングステン3 wt.%レニウム添加合金(KR材)を開発した。再結晶挙動に関する調査が必要である。本研究は、K材及びKR材の熱履歴による再結晶等に伴う組織の変化を調査し、合金化の影響を明らかにすることを目的とした。

2, 実験方法

供試材は、(株)アライドマテリアルにより粉末焼結及び熱間圧延で作製された5 mm厚の純タングステン(P材)、K材、およびKR材の板材である。圧延率は全て80 %である。受け入れまま(900 °C、20分間の応力除去熱処理済)材とその後の1100~2300 °Cの各温度で真空中、およびアルゴン雰囲気下において一時間熱処理を施した試料を用いて、FE-SEMによるElectron Back Scatter Diffraction Patterns (EBSD)解析を行った。

EBSD解析は全て圧延板材の板厚断面を対象とした。またビッカース硬さ試験を荷重1.961 N、負荷時間15秒、室温、大気中にて行った。

3, 結果・考察

図1より、全ての材料が受け入れまま材にて圧延方向に延伸した結晶粒が占める組織を持ち、30 %以上の小傾角粒界を持つことが分かった。1300 °Cの一時間熱処理後は、P材の組織に等軸粒が占める割合が増加し、小傾角粒界の割合が受け入れまま材の70 %から1300 °C熱処理後に30 %に減少したため、P材は1300 °C熱処理によって再結晶が進行したことが分かった。一方でK材、KR材は1300 °C熱処理後に組織を延伸した結晶粒が占め、小傾角粒界の割合が減少しなかった。そのため、合金化によって再結晶の潜伏期が一時間以下となる温度が約1300 °Cから約1500 °Cに上昇したことが分かった。合金のダイバータへの適用を考えると、潜伏期の長期化により、再結晶脆化の発生を遅らせることができる利点があると考えられる。講演では上記に加え、より詳細に熱処理による材料組織変化を調査した結果を報告する。

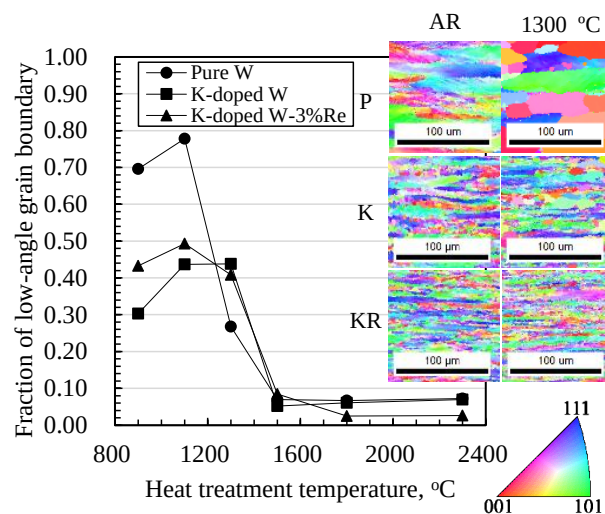


図1 全粒界に対する小傾角粒界の割合および結晶粒形状の熱処理温度依存性