

MA-HIP法を用いた酸化物分散強化タングステンの開発 Development of Oxide Dispersion strengthened Tungsten using a MA-HIP method

能登 裕之¹⁾、菱沼 良光¹⁾、室賀 健夫¹⁾
Hiroyuki Noto¹⁾, Yoshimitsu Hishinuma¹⁾, Takeo Muroga¹⁾

¹⁾核融合科学研究所

¹⁾ National Institute for Fusion Science

【緒言】タングステン(W)は、その高融点・高熱伝導の観点より、核融合炉ダイバータ除熱コンポーネントのアーマー材として期待されている。現在、その適用範囲は欧州で建設が進む実験炉(ITER)に留まらず、それよりもはるかに高い熱負荷が予想される原型炉においてもその適用が期待されており、タングステン材料における高性能化の要求は高まりつつある。この高性能化という観点の中で、最も解決すべき課題の一つとして挙げられるのが、再結晶脆化の問題である。この問題を解決するため、我々のグループでは、先行研究で注目を集めた高靱性化W-TiC合金における“既に再結晶状態であるにも関わらず脆化させない”という新しい材料設計コンセプトに着想を得て、酸化物分散強化タングステンを開発した。本材料は、チタン酸化物が粒界・粒内に分散されることにより、高温における組織の熱的变化が少ない特性を示した。本発表では、NIFS平板ダイバータに30MW/m²の熱負荷をした時の表面温度相当する1600度付近における組織および機械的・熱的変化について述べる。

【製作方法】試作における母材原料は、純度99.95%、粒径1.0μmのタングステン粒子とし、添加粒子は純度98%、粒径1.8μmのTiCとした。これらの粉末を混合し、遊星型ボールミル装置により、1.6mmもしくは3.0mm径のWCボールとともに、360rpm、64hrで機械的合金化(MA)処理を施し、仮焼後、1750度1.5時間186MPaで熱間等方加圧処理を施した。その後、1600~1800度の真空焼鈍を供し、熱的变化を組織観察及び曲げ試験により評価した。

【結果】透過型電子顕微鏡観察の結果より、新しく開発された分散強化タングステン(DS-W)は、1μm程度の結晶粒を有し、その粒界にナノレベルチタン酸化物が分散されていることが明らかになった。

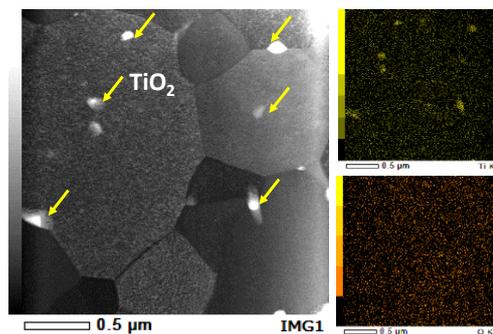
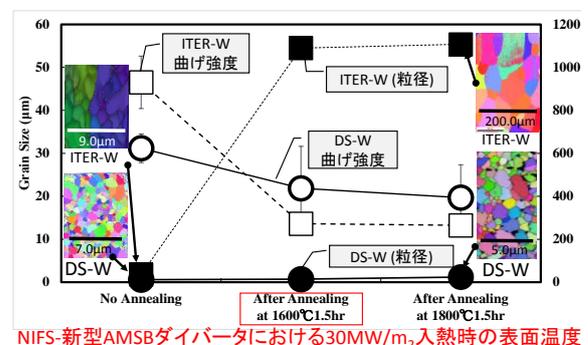


図1、製作された DS-W の母相に分散された酸化チタンの相

また、機械的特性を高温焼鈍後の曲げ試験により評価した結果、ITERで用いられる予定の純Wと比較し結晶粒径の熱的变化が少なく、それに伴い、曲げ強度の低下が抑えられた。これは、結晶粒界に存在するチタン酸化物のピンニング効果による結晶粒粗大化抑制が寄与していると考えられる。このDS-Wをダイバータ材として使用するために必要な熱伝導測定も行われた。その測定結果と高温における伝導率低下抑制の考察は当日報告する。



NIFS-新型AMSBダイバータにおける30MW/m²入熱時の表面温度

図2、ITER-W と試作 DS-W における真空焼鈍後の曲げ強度と組織