

タングステンの酸化挙動に及ぼすクロム添加の影響

Effect of chromium addition on the oxidation behavior of tungsten

菊池裕太, 大塚宏紀, 野上修平, 長谷川晃

KIKUCHI Yuta, OHTSUKA Koki, NOGAMI Shuhei, HASEGAWA Akira

東北大学・工
Tohoku. Univ

1. 緒言

プラズマ対向材料として期待されるタングステン (W) は、酸化しやすく、酸化物が昇華しやすい。そのため、事故時に、放射化したW上に揮発性の酸化物 (WO_3) が形成され、それが昇華することで炉内外に放射性物質の汚染が広がる可能性があることが課題として指摘されている。このような事故を想定してWの酸化を抑制するために、Wにクロム (Cr) を添加して合金化することで耐酸化性を向上させたW-Cr合金の開発が進められている。Crを添加することにより、Wよりも優先的にCrが酸化され、表面に安定な保護酸化膜が成長することで、酸素 (O) が存在する高温下においても WO_3 の形成を抑制することができる。さらに、酸素活性元素であるイットリウム (Y) を添加することにより、酸化被膜のW母材への固着性が強くなることから、より耐酸化性を向上させることがこれまで明らかになっている。

また、Wは高い脆性延性遷移温度や再結晶脆化などの課題があり、プラズマ対向機器での使用を考えた際には、これらの機械特性の改善も求められる。

W-Cr合金のプラズマ対向材料への適用のための機械特性向上を目指し、我々は高温強度が増すカリウム (K) ドープ法を併用したKドープW-Cr合金を作製した。添加したKはWの焼結工程で原料粉末中で揮発し、そのバブルが焼結体中の粒界上に微細に分散することで結晶粒の成長を抑え、機械特性を向上させる。本研究では、KドープW-Cr合金の酸化挙動に及ぼすCr添加の影響について報告する。

2. 実験方法

供試材は、熱間等方圧成型 (HIP) で作製したKドープW、KドープW-5%Cr、KドープW-10%Cr、KドープW-10%Cr-0.5%YのHIP焼結体である。これらの割合の値はすべて質量比である。酸化挙動を評価するために、20vol.% O_2 と 80vol.% N_2 の乾燥混合気体中で事故の第一壁の温度を想定した 1000°Cにおいて最大十時間の酸化試験を行い、酸化試験中の各試料の重量変化の測定を熱重量

天秤を用いて行った。また、表面および断面のSEM観察、EDS元素分析を行った。

3. 結果

酸化時の重量の変化は試料の表面積に影響を受けると考えられるため、本研究では酸化試験中の重量の変化を試験前の試料の寸法より算出した表面積で除したものを重量変化 (mg/cm^2) として扱う。図は各材料の昇温開始から1000°Cでの1時間保持の酸化試験による重量変化である。KドープW-5%Cr、KドープW-10%Cr、KドープW-10%Cr-0.5%YはKドープWと比べて大幅に重量増加が抑制できた。このことから、Cr添加による耐酸化性の向上が認められた。また、KドープW-10%Cr、KドープW-10%Cr-0.5%YはKドープW-5%Crよりも昇温中の重量増加は大きかったが、1000°Cでの1時間保持を終えた時点での重量増加は抑制された。さらに、KドープW-10%Cr-0.5%YはKドープW-10%Crよりも酸化試験後の重量増加が小さいことから、Y添加による耐酸化性の向上が認められた。

酸化後の試料表面の層は、KドープWについては黄色く変色し、それ以外の材料は黒みがかった変色をしていた。 WO_3 の色は黄色であるため、Crを添加した材料では表面での WO_3 の形成が抑制できたことが示唆された。

講演では上記に加え、SEM観察およびEDS観察の結果を報告する。

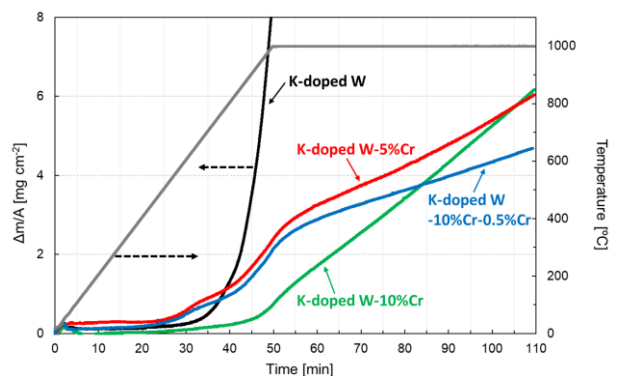


図 1 1時間保持の酸化試験中の重量変化