

原子力応用を目指した高融点ホウ化物の創製と評価

(1) 放射線輸送計算によって最適化したホウ化タングステン遮蔽材料の創成とその評価

Production and evaluation of high melting-point borides towards nuclear application

(1) Creation and evaluation of a tungsten-boron shielding material optimized by radiation transport code

*荻野 靖之¹, 山村 海爾¹, 陣場 優貴¹, 余 浩¹, 近藤 創介¹, 笠田 竜太¹

¹東北大学

高融点ホウ化物は優れた中性子遮蔽性能を有することから原子力応用が期待される。本研究では、

キーワード：放射線遮蔽，遮蔽材料，粒子輸送計算，タングステン

1. 緒言

高融点ホウ化物は、融点、硬さ、耐食性、熱伝導性、電気伝導性、中性子吸収性能などが高く、特に航空宇宙や原子力分野の高温構造材料として有望な材料である。中性子遮蔽材としてのホウ化物の適用、ひいては高性能な放射線遮蔽材の開発は機器・構造設計の裕度を高めるうえで有用であり、昨今では核融合炉中心部の高温超伝導コイルの放射線遮蔽への適用について報告されている^[1]。本研究では、既存の遮蔽材料であるタングステン・ホウ素・ガドリニウムといった元素を組み合わせた遮蔽材料について、放射線輸送計算による最適な組成比をシミュレーションした上で焼結体の作成および特性評価を行い、より有効な遮蔽材料の検討をする。

2. 方法

単純な体系での幾つかの放射線場を想定した輸送計算を PHITS によって実施し、ホウ化物タングステン (WB) およびタングステンガドリニウム (W/Gd) の中性子遮蔽、ガンマ線遮蔽における最適組成比の選定を行った。また、これら計算結果をもとに放電プラズマ焼結 (SPS) 装置・高温ホットプレスでの焼結体試料作成を行い、焼結密度・ビッカース硬さ測定を行った。

3. 結果および結論

PHITS による計算により、体系厚さ 3 cm 以上において WB については量論比 W:B = 1:2 から 2:5 で、W/Gd については W:Gd = 7:3 で中性子遮蔽効果が高いという結果を示した。また、ガンマ線透過率については、純タングステンの透過率に対して 10~20 倍程度の低下がみられるものの、十分な遮蔽能を有する結果を示した。また、1, 2.45, 14.1 MeV, Cf-252 (平均 2.3 MeV) 線源について中性子透過率を比較したところ、発生中性子のエネルギーの低下に従って低下する傾向があることを確認した。また、試料作成において、ホットプレス (真空中, 2000 °C, 3 h, 50 MPa) にて作成した WB, W₂B については相対密度が両者とも 99%以上のものが得られ、ビッカース硬さ 1913HV, 2124HV という結果を得た。

本研究の結果から、ホウ化タングステンの遮蔽材としての用途が有望であることが示された。今後、原子炉環境における実フラックス・照射影響の評価についても検討を進める。

参考文献

[1] Colin G. Windsor, et al., Nucl. Fusion 61 (2021) 086018.

Yasuyuki Ogino¹, Kaiji Yamamura¹, Yuki Jimba¹, Hao Yu¹, Sosuke Kondo¹, and Ryuta Kasada¹

¹Tohku Univ.