W/SiC 接合材の熱特性と微細組織の評価

Thermal Property and Microstructural Investigation of W/SiC Joints

*朝倉 勇貴、岸本 弘立、中里 直史、朴 峻秀、香山 晃
室蘭工業大学

SiC/SiC 複合材料をダイバーターで使用するためには、プラズマ損耗から守るためにアーマー材としてタングステンを使用する。タングステンと SiC の拡散接合の研究で接合が可能であることが示されているが、本研究は界面近傍の微細組織と W/SiC クラッド材の伝熱特性についての評価と議論を行う。

キーワード：ダイバーター、SiC、タングステン、接合

1. 緒言：核融合炉ではプラズマ対抗面をタングステンとすることが考えられており、ITER ではフルタングステンダイバーターが計画されているが、DEMO 炉以降については構造材として SiC/SiC 複合材料、ダイバーターのアーマー材としてとしてタングステンを使用するデザインがある。タングステンと SiC の接合では両者の熱膨張率が近いためにインサート材を用いない拡散接合が可能であり、接合部には数十マイクロメートル程度の拡散相が形成される。本研究では W/SiC の熱的データを取得し、FEM 解析と比較しながら W/SiC 接合部の熱的安定性について議論する。

2. 実験：ヘキサロイ SiC 板材とタングステン板材を、ホットプレス装置により Ar 雰囲気中 1800℃、20MPa で 1 時間加圧して製作した拡散接合材を実験に使用した。熱特性の取得は平板比較法及びレーザーフラッシュ法で実施した。有限要素解析ソフト ANSYS を用いた定常伝熱解析は ARIES-AT のダイバーターの条件を参考にして 3.5 ㎜厚タングステン板に 0.5 ㎜の SiC 板を張り合わせた簡単なモデルで実施し[1]、界面部に特性未知の厚さ 50μm の界面反応相を設けた。計算においてはタングステンの熱伝導度は暫定的に一定とし、SiC については非照射、および 800℃で 4.3dpa 照射した材料の熱伝導度データ[2]を入力して熱分布を検討した。

3. 結果・考察：図 1 に W/SiC 接合界面の EPMA 像を示す。界面部にはおよそ 50μm の界面反応相が生じており、W-Si と W-C の腕状組織が交互に分布している。図 2 はタングステン側に 1150℃、SiC 側に 950℃とした場合の定常伝熱解析のイメージである。タングステン、SiC が非照射の場合は界面部は 1060℃前後の温度となり、この温度域での界面層の長時間の組織安定性評価の必要性が示唆される。照射によってタングステンおよび SiC の熱伝導度が低下すると、界面近傍の温度は低下する傾向があるが、この場合は除熱性能の低下を意味するので非定常伝熱解析あわせた接合材の評価が必要である。

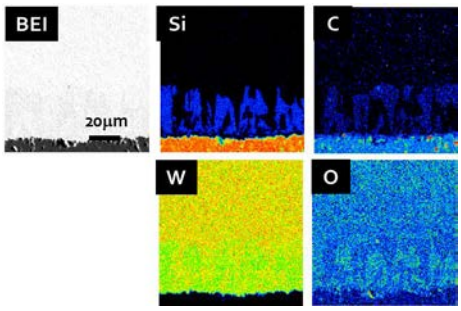

図 1　W/SiC 拡散接合界面の EPMA 像

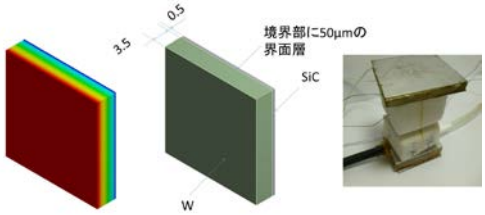

図 2　W/SiC の定常伝熱解析と平板法による熱伝導度評価治具

参考文献

[1] A.R. Raffray, et.al., “Design and material issues for high performance SiC/SiC-based fusion power cores,” Fusion Eng. Des. 55 (2001) 55–95.

[2] L. L. Snead, et.al., “Handbook of SiC properties for fuel performance modeling,” J. Nucl. mater., 371 (2007) 329–377.

*Yuki Asakura, Hirotatsu Kishimoto, Naofumi Nakazato, Joon-Soo Park, Akira Kohyama
Muroran Institute of Technology.