マグネトロンスパッタリング法で作製したイットリア安定化ジルコニア被覆の構造分析と水素同位体透過挙動

Characterization and Hydrogen Isotope Permeation Behavior of Yttria-stabilized Zirconia Coating Prepared by Magnetron Sputtering

*遠藤 理帆[1]，木村 圭佑[1]，中村 和貴[1]，Michael Zielinski[2]，Johann Riesch[2]，藤田 光[3]，菱沼 良光[4]，近田 拓未[1]

[1]静岡大学，[2]マックスプランクプラズマ物理研究所，[3]東京大学，[4]核融合科学研究所

核融合炉におけるトリチウムの透過漏洩を低減するために、構造材料に機能性被覆を施すことが検討されており、本研究では、高温耐性や破壊靭性に優れたイットリア安定化ジルコニア被覆をマグネトロンスパッタリング法で作製し、構造分析と重水素透過試験を実施した。

キーワード： トリチウム，透過，被覆，イットリア安定化ジルコニア

1. 緒言

核融合炉ブランケットにおける構造材料からのトリチウムの透過漏洩の解決策として、配管等の内面にトリチウム透過低減被覆を施すことが検討され、これまで様々なセラミックスが被覆材料として検討されてきた。その中で、酸化ジルコニウムに酸化イットリウムを添加したイットリア安定化ジルコニア（YSZ）は耐熱性や破壊靭性に優れており、より高い熱サイクル安定性や機械的強度を被覆に付与できる可能性がある。そこで本研究では、マグネトロンスパッタリング法を用いて YSZ 被覆を作製し、構造分析と重水素透過試験を実施することを通して、YSZ 被覆の最適な成膜条件と水素同位体透過低減被覆としての適応性を調査した。

2. 実験手法

低放射化フェライト鋼 F82H（Fe-8Cr-2W）基板上に、基板温度を室温～300 ºC で変化させ、イットリア濃度が 4 及び 10 mol%の YSZ（4, 10Y-YSZ）被覆を反応性マグネトロンスパッタリング法で作製した。各試料に対して、X 線回析による結晶構造解析と走査型電子顕微鏡を用いた表面・断面観察を行った後に、ガス透過法による重水素透過試験を導入圧力 10～80 kPa、試験温度 300～600 ºC の条件で行った。

3. 結果・考察

室温で成膜した 4 Y-YSZ 被覆に対する重水素透過試験の結果を図に示す。透過試験温度の上昇に伴い、結晶粒の成長に起因すると考えられる透過フラックスの減少が確認され、高温領域である 600 ºC においても十分な透過低減性能を示した。また温度を上下させながら透過試験を繰り返したところ、透過量の大きな変化は確認されず、熱サイクルに対する安定性が確認されたことから、YSZ のトリチウム透過低減被覆としての高い適応性が示された。当日の発表では、基板温度を変化させて作製した 4Y 及び 10Y- YSZ 被覆の構造分析と透過試験の結果についても報告する。

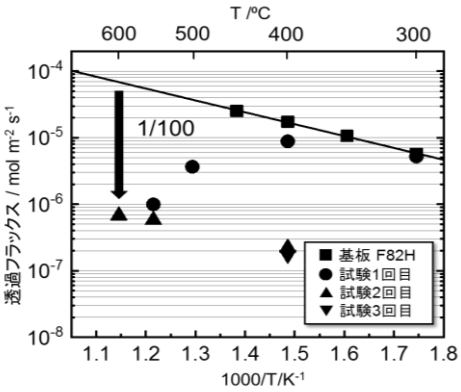

図 YSZ 被覆試料に対する重水素透過フラックスの温度依存性

*Riho Endoh[1], Keisuke Kimura[1], Kazuki Nakamura[1], Michael Zielinski[2], Johann Riesch[2], Hikari Fujita[3], Yoshimitsu Hishinuma[4], and Takumi Chikada[1]

[1]Shizuoka Univ., [2]MP-IPP, [3]Univ. Tokyo, [4]NIFS