

先進増殖ブランケットにおける酸化物二重被覆層の 密着強度における熱履歴効果

Influences of the thermal cycling on the adhesion strength of the double oxide coating for an advanced breeding blanket

菱沼 良光¹⁾、田中 照也¹⁾、田中 優貴²⁾、松田 健二²⁾、相良 明男¹⁾、室賀 健夫¹⁾
Y. Hishinuma¹⁾, T. Tanaka¹⁾, T. Tanaka²⁾, K. Matsuda²⁾, A. Sagara¹⁾ and T. Muroga¹⁾

1) 核融合研、2) 富山大学
1) NIFS, 2) Univ. of Toyama

はじめに

我々の研究グループでは、LiやLi-Pb等の液体金属あるいはFLiBe等の熔融塩を用いた先進ブランケットの要素技術開発の一環で、高温での電気絶縁性やトリチウム漏洩抑制効果の高い酸化エルビウム (Er_2O_3) 被覆を広範囲且つ均一に成膜する手法の一つとして、有機金属錯体化学蒸着法 (MOCVD) を検討しており、金属管内壁に均質な Er_2O_3 層の成膜に成功している。

現在、成膜された Er_2O_3 層の更なる高性能化に向けて、酸化物中間層を用いた微細組織制御を検討している。一般的に、気相法で成膜される結晶相の成長方位は、成膜基板の格子定数や結晶方位に影響される。そこで、配向組織された Er_2O_3 結晶層の成膜について、 Er_2O_3 とほぼ同じ格子定数を持つ酸化イットリウム(Y_2O_3)を中間層とした $\text{Er}_2\text{O}_3/\text{Y}_2\text{O}_3$ の二重被覆を成膜した。

本研究では、ブランケットの設計や寿命予測において、重要な評価項目の一つである被覆の密着性を定量的に評価するために、超薄膜マイクロクラッチ試験法を用いた剥離試験を行い、ブランケット運転温度を想定した 700°C での熱履歴による影響について検討した。

実験方法

厚さ 500nm の Y_2O_3 を成膜したSUS316基板にMOCVD法にて Er_2O_3 層を成膜した。本実験における錯体原料は $\text{Er}(\text{IBPM})_3$ を用いて、成膜条件は $500^\circ\text{C} \times 3\text{h}$ とした。また、結晶層生成するための酸素供給量を50、100、150、300 SCCMと変化した。

二重被覆試料の熱履歴は、Ar雰囲気で行い、 700°C での履歴回数を10回と30回とした。図1に、30回の熱履歴における温度プロファイルを示す。熱履歴を経た被覆試料のXRDによる組織変

化及びマイクロクラッチ試験機 (RHESCA: CSR-2000) による剥離強度の評価を行った。マイクロクラッチ試験は、日本工業規格にて規格化された剥離試験法 (JIS-R3255) である。図2にマイクロクラッチ試験の原理を示す。剥離強度は、以下のBenjamin -Weaverの式にて評価される。

$$F_s = H_b / \sqrt{(\pi R^2 H_b / W) - 1}$$

発表当日は、二重被覆層の微細組織及び剥離強度における熱履歴回数依存性について詳細に報告する。

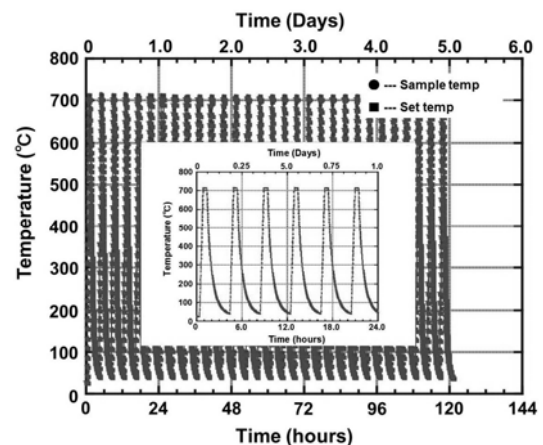
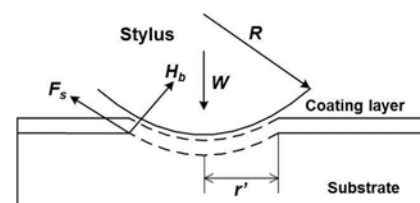


図1 熱履歴印加における温度プロファイル (700°C -30回)



W : The vertical dynamic load applied by the stylus to the coating layer
 F_s : The shearing stress between coating layer and substrate
 R : The curvature radius of the stylus tip
 r' : The radius in the contacted region with the stylus tip
 H_b : Brinell hardness of the substrate

図2 マイクロクラッチ試験の原理図