22P-4F-04

ヘリウム-タングステン共堆積層における重水素吸蔵特性

Deuterium retention in helium-tungsten co-deposited layers

高津克朋¹, 坂本瑞樹¹, 皇甫度均¹, 折笠直輝¹,堺貴久¹, 楠本美香都¹, 吉田晴¹, 新田龍世¹, 藤森あおい¹

Katsutomo TAKATSU¹, Mizuki SAKAMOTO¹, Dogyun HWANGBO¹, Naoki ORIKASA¹, Takahisa SAKAI¹,

Mikoto KUSUMOTO¹, Haru YODHISA¹, Ryusei NITTA¹, Aoi FUJIMORI¹

1筑波大学プラズマ研究センター

¹Plasma Research Center, University of Tsukuba

1. 研究背景

核融合炉では燃料重水素(D)とトリチウムの核融合 反応の副産物としてヘリウム(He)が多量生成される。 間欠的熱負荷に伴う高エネルギーHe イオンの流入に より、ダイバータ材のタングステン(W)はスパッタリ ングされ、W 表面近傍で He-W の共堆積層が形成さ れる可能性が懸念される[1,2]。

共堆積を形成により、W 近傍では流入するイオン束 の反射/吸蔵特性が著しく変化する可能性が近年の研 究により示唆されている[1-3]。しかし、共堆積層形成 の最有力候補の一つある、He-W 共堆積や燃料の D-W 共堆積による燃料の吸蔵特性の影響については未 解明な部分が多い。従って、本研究では小型プラズマ 生成装置 APSEDAS を用いて He-W 共堆積層を形成 させ、堆積層の物性を系統的に分析し、後続 D プラズ マ照射による D 吸蔵特性の変化を評価する。

2. 実験方法

定常プラズマ装置 APSEDAS を用いて 13.56 MHz 周波数の RF 放電の定常プラズマを生成し、W 試料の 直径 8 mm の領域に He プラズマを照射する。試料へ の入射イオンエネルギーは 20 eV 程度である。試料か ら約 10 mm 上部に W ワイヤーを設置し、-300 V 相当 の負バイアスを印加することで W をスパッタリング させ、試料に共堆積層を形成する。本研究では He プ ラズマ及び W ワイヤーへのバイアス電圧を一定にし、 以下 4 つの条件で He 照射量を制御した。

表 1	He-W	共堆積の	実験条件
11 1	110-11	六堆頂ツ	大阪木口

条件	(a)	(b)	(c)	(d)
He 照射量(×10 ²⁵ m ⁻²)	20	12	2.4	0.6

その後、試料の半分は集束イオンビーム(FIB)によ り断面を切り、走査型電子顕微鏡(SEM)で断面を観察 した。他の半分は昇温脱離法(TDS)測定を用いて、He 吸蔵量を測定した。



図1 条件(a)の He-W 共堆積層の断面図



図2 条件(a)-(d)の He 吸蔵スペクトル

実験結果・考察

図1に条件(a)の He-W 共堆積層断面を示す。バルク と異なり多孔質な層が形成された。照射量の上昇とと もに共堆積層の厚みも増加した。ImageJを用いた共堆 積層の空孔率は空孔判定の閾値の設定値によって ~25-50%と評価された。また、1550Kまでの昇温加熱 後、共堆積層の厚みが3/4に縮小した。図2は各条件 の He 脱離スペクトルである。共堆積層の厚みが増加 するにつれ高温側の脱離ピークが上昇した。全体の吸 蔵量も概ね照射量に比例した。

参考文献

[1] S. Kajita et al., J. Nucl. Mater. 540 (2020) 152350.

- [2] Y. Gasparyan et al., Fusion Eng. Des. 146 (2019) 1043-1046.
- [3] V. Kh. Alimov et al., J. Nucl. Mater. 399 (2010) 225-230.