

高密度プラズマ照射下で形成したBe堆積層の微細組織と
その水素保持特性への影響

Microstructure of Beryllium deposition layer formed under high density plasma exposure and its impact on hydrogen retention property

宮本光貴¹, 三上 聡¹, 西島大輔², M.J. Baldwin², R.P. Doerner², 上田良夫³, 相良明男⁴
M. Miyamoto¹, S. Mikami¹, D. Nishijima², M.J. Baldwin², R.P. Doerner², Y. Ueda³, A. Sagara⁴

¹島大院総理工, カリフォルニア大サンディエゴ校, ³阪大院工, ⁴核融合研
¹Shimane Univ., ²UCSD, ³Osaka Univ., ⁴NIFS

ITERでは、プラズマ対向材料としてタングステン(W)とベリリウム(Be)の使用が予定されており、それらが損耗・再堆積の過程を通し混合した場合の影響について評価する必要がある。Wについては、高融点で水素捕捉量が小さい高Z材料として広く研究が進められてきており、国内外のプラズマ閉じ込め装置における適応例や、実験室規模の照射実験が十分にあり、多彩な成果があげられている。しかしながらBe混合の影響に関しては、その取り扱い上の問題もあり系統的な実験は進んでいない。そこで本研究では、Be混合プラズマにW試料を曝露し、試料表面に形成するBe堆積層の微細組織を観察し、水素保持特性に与える影響を評価する事を目的とした。

直径 ϕ 25mm, 厚さ1.5mmの応力除去熱処理済みW試料(株アライドマテリアル社製)を、UCSDの直線型プラズマ装置PISCES-Bを用いて、D+Be(~0.1%)+He(~5%)の混合プラズマ(照射エネルギー E_i ~10eV, 試料温度 T ~373-973K, 照射量 Φ_D ~ 5×10^{25} D/m²)に曝露した。なお、 E_i ~10eVのBe混合プラズマ曝露では、試料表面にBeの堆積層が形成する。曝露後の試料をFIB装置により薄膜化加工を行い過型電子顕微鏡により微細組織観察を行うとともに、一部の試料については昇温脱離法により、試料内に蓄積する重水素保持量を定量的に求めた。

図1に、D, D+He, D+He+Beのそれぞれの混合プラズマに T ~573で曝露したW試料中の重水素保持量を示した。D+He混合プラズマに曝露したW試料では、D照射に対して大幅な水素保持量が減少しているが、これは試料表面近傍に高密度のHeバブルが重水素の拡散パスとして機能し、大部分の重水素が照射中に放出されるためだと考えられている[1]。一方、D+He+Be混合プラズマに曝露した試料では大きな重水

素保持が見られ、D照射した試料よりも1桁程度大きくなるのが明らかになった。これは、プラズマ中へのHeやBeの僅かな混入が、プラズマ対向面の水素保持特性に著しく影響し、特にBeが堆積層を形成する環境では、水素捕捉が小さいといったWの利点が大きく損なわれることを示している。図2には、D+He+Be混合プラズマ曝露によってW試料表面上に形成したBe堆積層の断面微細組織を示した。 T ~573Kの試料では、一般的な蒸着膜では見られない100nmを超えるキャビティを高密度に含む特異なBe堆積層の形成が観察された。一方、 T ~773Kで形成したBe堆積層では顕著な構造の乱れは観察されず、比較的緻密なBe堆積層の形成が見られた。発表では、こうした温度の効果や、さらにHeの有無、またそれらが水素保持に与える影響等について報告する予定である。

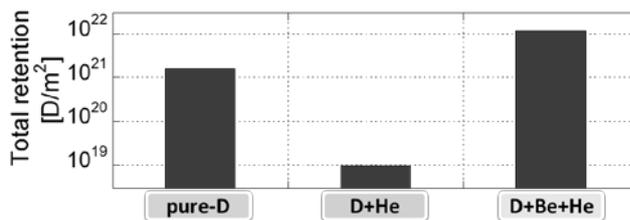


図1 混合プラズマ曝露したWの総水素保持量

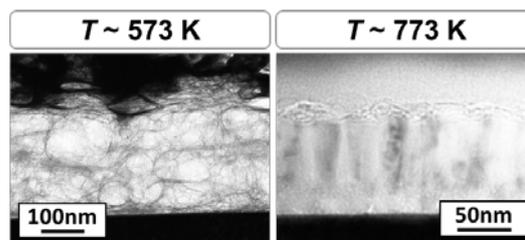


図2 Be堆積層の断面微細組織TEM像