

ダイバータ再堆積層を模擬したタングステン薄膜への  
重水素プラズマ暴露による表面改質  
Surface modification by deuterium plasma exposure to tungsten thin films  
simulating divertor redeposited layers

林俊輔<sup>(1)</sup>, 岡田尚徳<sup>(1)</sup>, 利根川昭<sup>(1)</sup>, 内田ヘルムート貴大<sup>(1)</sup>, 松村義人<sup>(1)</sup>,  
佐藤浩之助<sup>(2)</sup>

S. Hayashi<sup>(1)</sup>, N. Okada<sup>(1)</sup>, A. Tonegawa<sup>(1)</sup>, H. T. Uchida<sup>(1)</sup>, Y. Matsumura<sup>(1)</sup> and K.N. SATO<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>東海大学, <sup>(2)</sup>九州大学

<sup>(A)</sup>Tokai University. <sup>(B)</sup>Kyushu University.

核融合炉に設置されるダイバータでは、高温・高密度のプラズマが絶えず入射し、磁場配位やダイバータ近傍のガスの影響により、高熱負荷と低熱負荷の領域に分かれる。高熱負荷部分は、ストライクポイントと呼ばれる、高エネルギーの入射プラズマが集中する部分であり、ダイバータ壁に使用されるプラズマ対向材料(PFM)のタングステン(W)がスパッタリングを起こしてしまう。低熱負荷部分では、ストライクポイントからのスパッタリングにより表面からはじき出されたW原子が再度PFM表面に堆積する部分であり、再堆積層を形成する。再堆積層の形成により、ダイバータ表面のスパッタリング率が増加し、W粒子が炉心へ流入してしまう。そのため、W再堆積層におけるプラズマの影響が核融合反応率やダイバータの寿命を決める要因であり、その解明が必要である。しかし、再堆積層に関する研究はシミュレーションによる研究が多く、実験による研究はあまり行われておらず、W再堆積層のプラズマ曝露による表面改質特性は明らかになっていない。

そこで本研究では、プラズマとW再堆積層の関係性を明らかにするために、直線型プラズマ装置(TPDsheet-U)を用いて重水素(D)プラズマ暴露をおこない、W再堆積層を模擬したW成膜試料の影響を調べることを目的とした。

再堆積層の模擬を行うために、イオンプレーティング装置(IP)を用いてバルクのW試料にWを成膜したW成膜試料を作製した。当研究室のIPでは基板温度やバイアスの値を変更できるため、様々な条件の成膜試料が作成できる。今回は、蒸発した成膜材料(W)を電子銃電流値350mAで蒸発させ、プローブ電源0.8A,200VでWをイオン化し、温度を150℃まで上昇させた基板に負のバイアスをかけ、電気的な結びつきによる

イオンプレーティング法とバイアスをかけない蒸着法で3分間の成膜を行った。その後、試料表面を走査型電子顕微鏡(FE-SEM)にて観察した。白色干渉計による成膜計測では、膜厚が0.7~1.0 $\mu$ m程度で一様に成膜されていた。

試料表面観察後、図1で示した TPDsheet-Uを用いてターゲットに設置した W 成膜試料に D プラズマ暴露を行った。プラズマ条件としては、放電電流値  $I=70A$  の D プラズマで  $\text{fluence}=4.0 \times 10^{26} D^+ / m^2$  に揃えた。

暴露を行った結果、スパッタリングやブリスターのような表面改質が確認された。(図2)

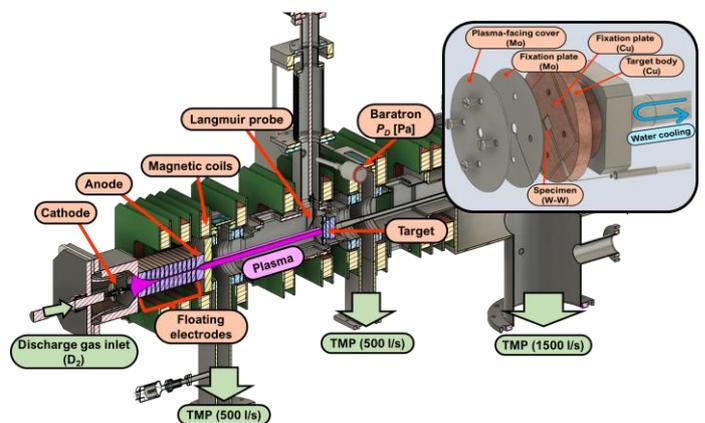


図1. 直線型プラズマ装置TPDsheet-Uの模式図とターゲットに設置されたW成膜試料の位置

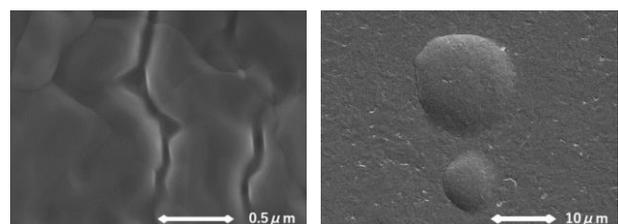


図2. 重水素プラズマ暴露後の成膜試料表面