

再堆積層タングステンへの重水素プラズマ暴露実験 Experiments of deuterium plasma exposure on redeposited layer tungsten

林俊輔^(A), 金子新^(A), 瀧本壽来生^(A,B), 利根川昭^(A), 内田ヘルムート貴大^(A), 松村義人^(A),
佐藤浩之助^(C,D), 河村和孝^(A)

S. Hayashi^(A), A. Kaneko^(A), T. Takimoto^(A,B), A. Tonegawa^(A), H. T. Uchida^(A), Y. Matsumura^(A),
K.N. SATO^(C,D) and K. Kawamura^(A)

^(A)東海大, ^(B)学振特別研究員 PD, ^(C)東京理科大, ^(D)中部電力

^(A)Tokai Univ. ^(B)JSPS Research Fellow (PD) ^(C)Tokyo Univ. Sci. ^(D)Chubu Electric Co. Inc.

核融合炉に設置されるダイバータでは、高エネルギーのプラズマが絶えず入射し、プラズマがダイバータ壁に接触する部分(接触部)と接触しない部分(非接触部)が存在する。接触部は、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。非接触部では、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。そのため、W再堆積層におけるプラズマの影響がダイバータの寿命を決める要因になる。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、実験による研究はほとんど行われていない。

そこで本研究では、プラズマとWの相互作用を明らかにするために、直線型プラズマ装置を用いて重水素(D)プラズマ暴露をおこなった、W再堆積層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-W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300mAで蒸発させ、プローブ電源0.6A,170VでWをイオン化し、温度を150℃まで上昇させた基板に-300Vのバイアスをかけ、電気的な結びつきによる成膜方法(イオンプレーティング法)で3分間の成膜を行った。その後W-W試料表面を走査型電子顕微鏡(FE-SEM)にて観察した。結果を図1に示す。成膜を行った結果、膜厚が0.10 μmで一様に成膜されていた。

W-W 試料表面観察後、図2で示した直線型プラズマ装置である TPDsheet-U を用いてターゲットに設置した W-W 試料に D プラズマ暴露を行った。プラズマ条件としては、①放電電流値 $I=70A$ での接触プラズマ、②放電電流値 $I=40A$ での接触プラズマ、③放電電流値 $I=70A$ での非接触プラズマの3条件で fluence= $5.2 \times 10^{22}/m^2$ に揃えた。プラズマ曝露後 FE-SEM で再度 W-W 試料表面を観察した。

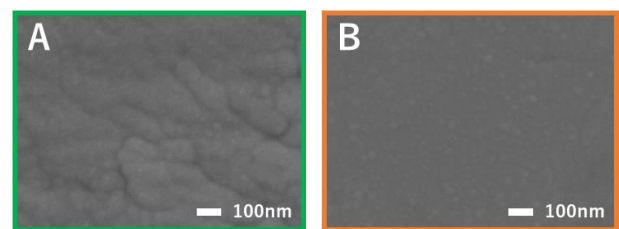


図1 FE-SEMで観察した試料表面
(A) バルクW試料 (B) W-W試料

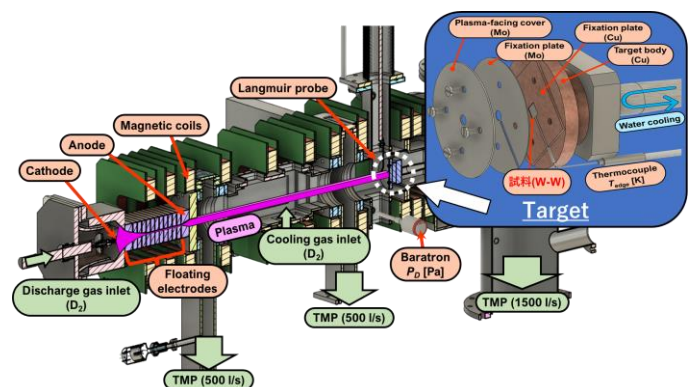


図2 直線型プラズマ装置TPDsheet-Uの模式図
とターゲットに設置されたW-W試料の位置