

小型高密度プラズマ装置を用いたヘリウム-タングステン共堆積現象の解明 Investigation of He-W co-deposition phenomenon by using the compact high density plasma device

浅井宏祐¹, 大野哲靖¹, 吉田直亮², 梶田信³, 田中宏彦¹, 本島巖⁴
ASAI Kosuke¹, OHNO Noriyasu¹, YOSHIDA Naoaki², KAJITA Shin³,
TANAKA Hirohiko¹, MOTOJIMA Gen⁴

¹名大院工, ²九大応力研, ³名大未来研, ⁴核融合研

¹⁾Grad. Sch. Eng., Nagoya Univ., ²⁾RIAM, Kyushu Univ., ³⁾IMaSS, Nagoya Univ., ⁴⁾NIFS.

核融合炉実機において、原子弾き出し損傷（スパッタリング）された材料やプラズマ中の粒子はプラズマ対向面に同時に堆積し、共堆積層を形成する。大型ヘリカル装置LHDにおいて、炭素の堆積層が対向壁に形成されていることが確認されている[1]。この共堆積層は高い水素同位体吸蔵特性により粒子バランスに影響を及ぼしている[2]。また壁材料としてタングステン(W)を用いる国際熱核融合実験炉ITERや原型炉においては、ヘリウム(He)プラズマ照射によってタングステンとの共堆積層が形成され、粒子制御に悪影響を及ぼす可能性がある。粒子制御への影響は重要な問題であるが、核融合炉実機において、共堆積層形成条件（イオン粒子束、照射量、射イオンエネルギー、表面温度等）の違いによる共堆積層のガス吸蔵特性の変化は十分に理解されていない。このため、プラズマ照射パラメータの制御性が良い直線型装置を使用し、各種の共堆積層を形成し、そのガス吸蔵、放出特性を明らかにする必要がある。

本研究では、小型の直線型プラズマ装置CO-NAGDISを開発し、ヘリウムとタングステンの共堆積層を形成した。本装置では、プラズマや試料温度を制御・計測可能な環境下での共堆積実験が可能である。Heプラズマを生成し、真空容器内に設置されたW棒からスパッタリングさせたW原子とHeをW平板試料(10mm×10mm)上に共堆積させる。W棒と試料に負の電圧をそれぞれ印加することで、スパッタリング率及び、入射イオンエネルギー制御が可能である。試料背面の温度は熱電対により計測される。プラズマ照射中の試料温度は試料台の空冷によって一定に保つことが可能である。

図1に、Heプラズマ照射中に試料台の空冷の流量を変化させた時の試料温度変化の一例を示す。同じプラズマ放電条件下において、空冷

量の調整のみで試料温度を200℃程度変化させることができる。

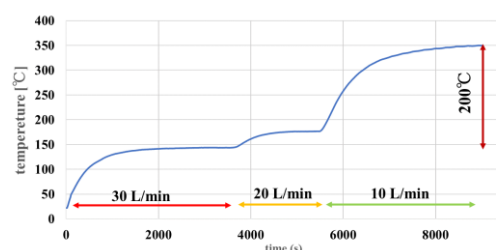


図1 空冷による試料温度制御

本装置を用いて、Heプラズマ環境下におけるWの共堆積層形成実験を行った。共堆積層の温度依存性を調べるために、プラズマの照射条件を一定にして、空冷量を変化させた。形成された堆積層の断面の一例と照射条件を図2に示す。同図から、堆積層には2種類の層があり、表面付近のバブルがより成長している層と、ナノサイズの微細な構造で構成されている層とで構成されていることが分かった。

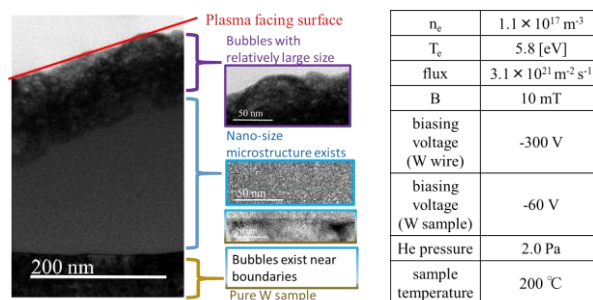


図2 共堆積層断面の透過型電子顕微鏡写真(左)
共堆積層形成時の照射条件(右)

[1] M. Tokitani *et al.*, J. Nucl. Mater. **463**, 91-98 (2015).

[2] G. Motojima *et al.*, J. Nucl. Mater. **463**, 1080-1083 (2015).