

# 25pB03

## ネオンプラズマ照射されたタングステン表面に形成された微細皺構造 Microwrinkle Structure on Tungsten Surface irradiated by Neon Plasma

<sup>a</sup>高村 秀一、<sup>b</sup>上杉 喜彦  
<sup>a</sup>TAKAMURA, Shuichi and <sup>b</sup>UESUGI, Yoshihiko

<sup>a</sup>愛知工業大学、<sup>b</sup>金沢大学  
<sup>a</sup>Aichi Institute of Technology, <sup>b</sup>Kanazawa University

### 1. はじめに

Heプラズマ照射によりW表面形態の著しい変形が発見[1]されて以来、プラズマ対向壁としての特性評価[2]やそのほかの高融点金属を含めて、繊維状ナノ構造の成長物理機構解明へ向けての研究等[3]が行われてきている。この高い関心はHeがD-T核融合反応の生成物であることに由来する。

一方、DEMO炉に向けて、プラズマ熱処理の問題は核融合発電成功の死命を制するポイントである事が広く認識されつつある。もはやダイバータだけでは限界にあり、上流部での不純物等による放射を格段に高め、ダイバータ部に過度の負担を担わせないことが重要である。

このため必然的にこれらの不純物ガスイオンがSOL/ダイバータに含まれることになり、W等のプラズマ対向壁と相互作用することになる。本研究ではこれら放射体の中で、NeがW材料表面形態へ及ぼす効果について、表面温度1300~1500 K程度の範囲で調べた結果について報告する。

### 2. Neプラズマ照射されたW表面形態

代表的な表面形態として、1500 Kで得られたFE-SEM写真を図1に示す。微細な皺（しわ）が連なった構造に驚かされる。折りしも、日本物理学会誌の本年4月号に産総研の大園拓哉氏が皺構造に関する解説を行っていた[4]ばかりである。皺構造の一般性は興味深い。彼は凹凸空間波長  $\lambda$  が次式で表されることを紹介している。すなわち、 $\lambda \propto h(E_f/E_s)^{1/3}$ 、ここで  $h$  は表面層の大きなヤング率  $E_f$  の層の厚み、 $E_s$  は硬い層のそれを表す。

今の場合、 $h$  はW中に打ち込まれたNe原子の存在する層の厚みに相当する。NeによるWのスパッタリングを抑制するために、照射に際してはNeの表面入射エネルギーは50 eV以下に選んでいる。この場合のNe原子の飛程は高々数nmであり、これ以上の高いエネルギーで現れるチャンネルリングの効果もない[5]。しかし、熱運動によるW深部への拡散は考慮しなければならない。表面温度が高いほうがより深く熱拡散するであろう。すなわ

ち空間波長も長くなることが予想され、実験結果と傾向は一致している。一方、このような表面構造に由来するのであろうか、2次電子放出が構造成長と共に抑制される兆候も観測されている。

皺の方向性、応力の原因、スパッタリングの寄与等不明な点が多い。

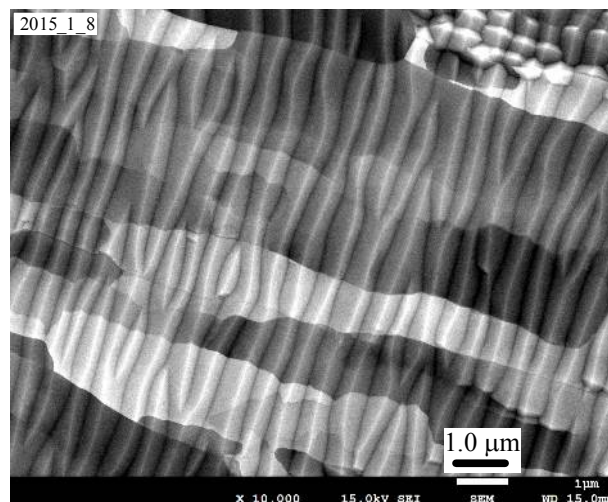


図1 ネオンプラズマ照射された、タングステン (PM-W) 表面の皺構造。W(10×15×0.016 mm) at  $T = 1510$  K,  $E_{Ne} = 45$  eV,  $\Gamma_i = 3.6 \times 10^{22}$  m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>, Fluence =  $2.6 \times 10^{26}$  m<sup>-2</sup>。

### 謝辞

議論して頂いた、核融合科学研究所伊藤篤史博士と釧路高専の斎藤誠紀博士に感謝いたします。FE-SEM観察に協力頂いた、(株)ユメックス技術部のグループと兵庫県大永田正義教授のグループに感謝します。

### 参考文献

- [1] S. Takamura et al., Plasma Fusion Res. **1**(2006) 051.
- [2] 高村秀一 他、日本物理学会誌 **68** (2013) 602.
- [3] S. Takamura et al., Appl. Surf. Sci. **356** (2015) 888.
- [4] 大園拓哉、日本物理学会誌 **70** (2015) 253.
- [5] S. Saito et al., J. Nucl. Mater. **438** (2013) S895.