

課題番号 : F-14-HK-0030
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : イオン照射に伴う金属材損耗評価のための分子シミュレーションコードの開発
Program Title (English) : Development of Molecular Simulation Code for Investigation of Erosion Process of Metal Material Under Ion Irradiation
利用者名(日本語) : 齋藤誠紀
Username (English) : S. Saito
所属名(日本語) : 釧路工業高等専門学校電気工学科
Affiliation (English) : National Institute of Technology, Kushiro College

1. 概要(Summary)

プラズマ照射下における材料損耗速度の評価や、損耗の動的過程を原子スケールで計算するための新しい計算コードを開発する。また、実際の照射実験から得られる損耗率などを計算結果と比較検討し、計算コードの有効性を検証する。

2. 実験(Experimental)

アルゴンイオンミリング装置を用い、タングステン材へアルゴンイオンを照射する実験を行う。そして、レーザー顕微鏡を用い、エッチング深さの入射エネルギーおよびフルエンス依存性を調べる。実験結果を計算結果と比較検討する。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

実験は、RF 入射電力を 200 W、入射エネルギーを 1 keV に設定して行った。タングステン材エッチング時の写真を Fig. 1 (a)に、照射後試料の光学顕微鏡写真(50倍)を Fig. 2 (b)に示す。照射部と未照射部の間にエッチングによる高低差が生じていることが分かる。Fig. 2に、照射実験によって得られたエッチング深さの時間発展を点線で、AC▽Tコードを用いて計算したエッチング深さを実線で示す。実験結果では、照射時間が約 20 min より長い場合、エッチング深さは照射時間に比例して増加する。一方、AC▽Tコードを用いて計算した場合、実験結果と同様、線形性を示すが、その傾きは 1/5 程度である。実験結果と計算結果が一致しない原因は多々考えられるが、原因の一つに照射実験でのフラックスの見積りが不正確な可能性がある。本実験では、ターゲットに均一にプラズマが照射されていると仮定し、ターゲットの表面積とイオンビーム電流値を用いてフラックスを $5.6 \times 10^{19} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ と見積もった。しかし、実際は、ターゲットの中心から離れるに従いプラズマ密度が下がると考えられるため、試料が位置する中心付近では、フラックスが見積もりより高い可能性

がる。仮に、中心付近で 5 倍程度高いフラックスであると仮定すると、数値計算は実験結果とほぼ一致する。

今後の課題として、フラックスの空間分布を調べ、数値計算結果の正確な比較が必要である。また、照射時間が 20 min より短い場合の挙動についても不明な点が多い。さらに、試料温度によってもエッチング深さが変化するのである。材料表面に付着した不純物の影響が考えられる。以上の事に注意を払い、より精細な実験・解析が必要にあることが本試行利用を通じて判明した。

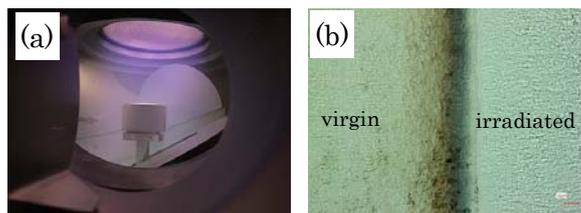


Fig. 1 (a) Photograph of Ar plasma irradiation of tungsten material. (b) Photomicrograph of tungsten material after 1 hour irradiation of Ar plasma.

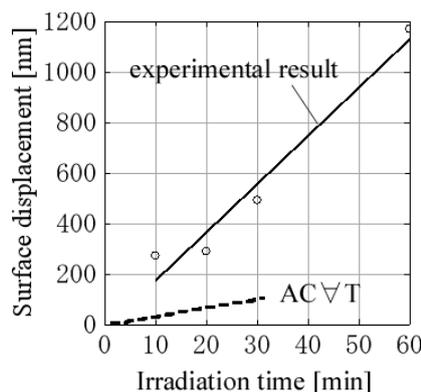


Fig. 2 Time evolution of surface displacement obtained by the experiment and AC▽T code.

4. その他・特記事項(Others) なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) S. Saito, M. Tokitani and H. Nakamura, 7th International Symposium on Advanced Plasma Science and Its Applications for Nitrides and Nanomaterials, 平成 27 年 3 月 30 日.

6. 関連特許(Patent) なし。