

ヘリウムバブル形成にともなうタングステン材のスputタリング特性および
ヘリウムリテンション特性の動的変化

Dynamical Change of Sputtering and Retention on Bubble-Growing Tungsten under Plasma Irradiation

斎藤誠紀¹, 時谷政行², 中村浩章^{2,3}

SAITO Seiki¹, TOKITANI Masayuki², NAKAMURA Hiroaki^{2,3}

釧路高専¹, 核融合研², 名古屋大学³

NIT Kushiro College¹, NIFS², Nagoya Univ.³

タングステンにヘリウムプラズマを照射すると、ヘリウムバブルが形成されることが知られている。数eV程度から数十keV程度までの広いエネルギー範囲でヘリウムバブルの形成が確認されている。そのため、International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER)のダイバータ板においても、ヘリウムバブルが形成される可能性がある。通常、ダイバータ板のスputタリング特性およびリテンション特性は、ヘリウムバブルが形成されていない場合を想定して見積られるが、バブル形成に伴いダイバータ板の物理特性は動的に変化すると予想される。本研究では、ダイバータ板のスputタリング特性およびリテンション特性にバブル形成が及ぼす影響を数値計算を用いて検討する。

材料に入射したプラズマ粒子の運動を計算する手法の一つとして二体衝突近似法が挙げられる。二体衝突近似法では、本来は多体衝突である原子衝突を最も強い相互作用をする二原子間の衝突として近似する。我々は、任意構造を有する標的材料を扱う二体衝突近似コードとしてACVTコード[1]を開発してきた。二体衝突近似は、比較的高エネルギーの原子衝突の場合に適用できる。しかし、タングステン内部におけるヘリウム原子の凝集は、熱エネルギー程度の比較的低エネルギーの運動により生じる。そのため、二体衝突近似法単独ではヘリウムバブル構造を再現できない。そこで本研究では、ACVTコードに、タングステン原子とヘリウム原子の多体相互作用ポテンシャル関数を導入する。タングステンに入射したヘリウム原子の運動を二体衝突近似法で計算した後、多体相互作用ポテンシャル関数が極小となるように構造緩和計算を行う。その結果、図1に示すように、バブル構造を再現する事に成功した。

図2にスputタリング率のフルーエンス依存性のグラフを示す。フルーエンスの増加に伴い

スputタリング率は増加するが、これは、結晶構造が破壊されアモルファス構造に近づくためである。バブルが無い場合(0.0058)と比べると、バブルが存在する事で、スputタリングは抑制されることが示された。会場では、バブル形成に伴うプラズマ吸収率の変化についても議論したい。

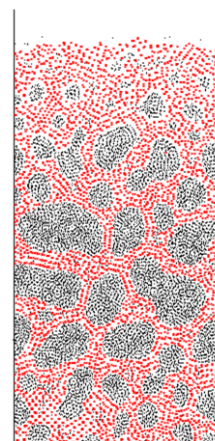


図1 ヘリウムバブルが形成されたタングステン。赤点、黒点はそれぞれ、タングステン原子、ヘリウム原子を表す。

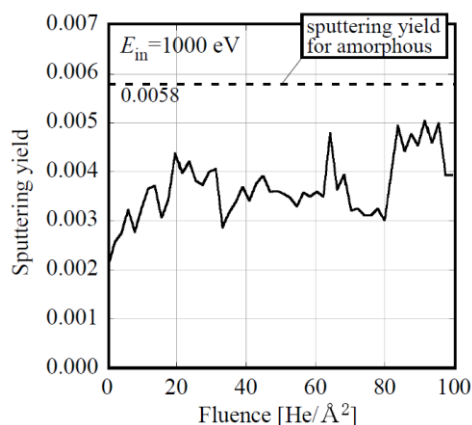


図2 スputタリング率のフルーエンス依存性。[1]
Copyright (2015) The Japan Society of Applied Physics

[1] “Determination of dynamical changes in sputtering and retention on bubble-growing tungsten under helium plasma irradiation by binary-collision-approximation-based simulation”, Seiki Saito, *et. al.*, Jpn. J. Appl. Phys., in press.