

水素プラズマ照射下でのスズおよびスズ合金からのスパッタリング計測 Measurement of sputtered atoms from Sn and Sn alloy exposed to hydrogen plasma

田村晃汰¹, 鈴木陽香¹, 宮澤順一², 増崎貴², 時谷政行², 豊田浩孝^{1,2}
Kota Tamura¹, Haruka Suzuki¹, Junichi Miyazawa²,
Suguru Masuzaki², Masayuki Tokitani², Hiroataka Toyoda^{1,2}

¹名大, ²核融合研
¹Nagoya Univ., ²NIFS

はじめに

スズ(Sn)およびその合金は、液体金属ダイバータや液体金属ブランケットの作動流体の候補材料として注目されている。液体金属とプラズマの相互作用は、固体時のそれと異なる場合が多く、合金の場合、相手となる元素やその配合によっても挙動が変わる可能性があり、非常に興味深い。これを解明することは、炉材料の検討において有用なデータを提供できるのみならず、学術的価値も高い。

本研究は、SnおよびSn合金と水素プラズマとの相互作用の解明を目的としている。今回我々は、液体金属ダイバータの候補である純(Sn)と、カートリッジ式液体金属ブランケットの作動流体として期待されているSn-Bi-Li-Er (SBLE)合金[1]に着目し、それらと水素同位体プラズマとの相互作用を調査した。本講演では、原子吸光分光法(AAS)を用いた、水素プラズマ照射下の純Snのスパッタリング計測、およびSBLEの水素プラズマ照射実験の結果を報告する。

実験装置

実験装置図をFig. 1に示す。本装置は、真空中に配置したワンターンコイルにRF電力(13.56 MHz)を印加し、誘導結合型プラズマを生成、それを試料に照射し、その挙動を観測する装置である。試料は図に示すように、サンプルホルダとともに真空中へ導入され、下部から赤外線ヒーターを用いて加熱される。試料の温度は、熱電対を用いて測定した。また、フィードスルーを介して、試料にDC負バイアス電圧を印加することも可能である。単体SnのAAS測定は、Sn原子の共鳴線発光波長である286.33 nmの光を入射し、その発光強度変化を測定することで実施した。また、SBLEのプラズマ照射実験では、図中のAAS測定用フランジをビューポートへ交換し、プラズマ照射中の試料の様子を高速カメラで撮影するとともに、発光分光法による測定を実施した。

結果

純SnのAAS測定では、試料温度および印加負バイアス電圧を変化させながら、測定光の吸収率の変化を測定し、そこからスパッタ収率を算出した。Fig.2 (a)に、純Snのスパッタ収率の温度依存性を示す。結果として、サンプル温度、負バイアス電圧の増加に対応したスパッタ収率の増加が見られた。SBLEのプラズマ照射実験では、まずSBLEを赤外線ヒーターで加熱し、液相を出現させたのちに試料を水素雰囲気下で攪拌し、表面の酸化物を除去した。その後プラズマ照射を行い、SBLEの挙動を観察した。その結果、Fig. 2 (b)に示すようなSBLEの発泡現象が見られた。この発泡は、30 minのプラズマ照射中継続的に観測された。この現象の詳細な考察は、本講演にて行う。

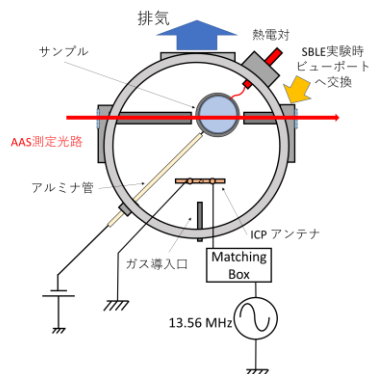


Fig. 1 Schematic of experimental apparatus.

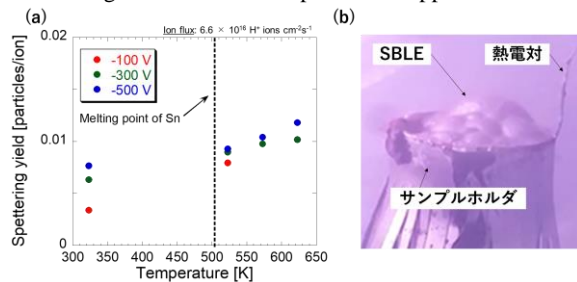


Fig. 2 (a) Temperature dependence of pure Sn under H plasma exposure. (b) bubbling of SBLE under H plasma exposure.

参考文献

- [1] J.Miyazawa, et al., ITC-29, Poster-1-F4-13 (2020)