

複合イオンビーム照射によるターゲット材料表面構造の変化 Target Surface Composition by Mixed Ion Beam Irradiation

島田朋尚、菊池宏満、上田良夫、西川雅弘（阪大工）

Shimada Tomohisa, Kikuchi Hiromitsu, Ueda Yoshio, and Nishikawa Masahiro

1. はじめに

核融合炉内の対向材料はプラズマと直接接するために、プラズマ中の重水素イオンと不純物（炭素、タングステンなど）イオンの同時入射によって、対向材の損耗、或いは不純物イオンの対向材への付着（特に炭素不純物）が起こる。この現象を模擬した数値解析[1]により、炭素イオンの対向材への付着については、混合イオンビーム中の炭素イオンの割合やビームのフルエンスに依存することが明らかになっている。

本研究では、まず、炭素イオンと（重）水素イオンからなる混合イオンビーム中の炭素イオンの成分比を質量分析によって求め、それから混合イオンビームをターゲットに入射することによる試料表面の構造変化について実験的に求めることを目的としている。

2. 実験装置及び実験結果

図1に本実験で使用した定常イオンビーム装置を示す。本装置の特徴としては、定常的にビームを引き出せるように2.45GHz マイクロ波を用いたECR 放電によりプラズマを生成している。また、電極は638個の孔からなる多孔式球面電極で、引き出されたビームが幾何学的に収束することによって、高粒子束のビーム（ $\geq 10^{21}/\text{m}^2\text{s}$ ）が引き出せるようにしてある。ビームの成分比については輸送部の先に質量分析器を取り付けて測定を行った。

水素ガスとメタンガスを圧力比4:1に混合して、電極から引き出したビームの質量スペクトルについて図2に示す。水素イオン（3keV: H^+ , H_2^+ , H_3^+ 、及びビーム輸送空間中での解離によって生じた成分）によるピークに加えて、 $M=12\sim 16$ にかけてもメタン系のイオンによるピークが見られるのが確認された。各質量数のピークの相対的な割合は、プラズマの密度やガスの混合比、全圧によって決定される。詳細は講演にてポスター発表する。

参考文献 [1] 例えば D. Naujoks, and W. Eckstein, J. Nucl. Mater. **220-222**, 553 (1995). など

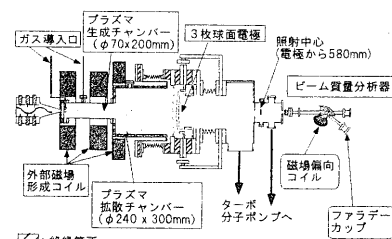


図1 ビーム装置全体図

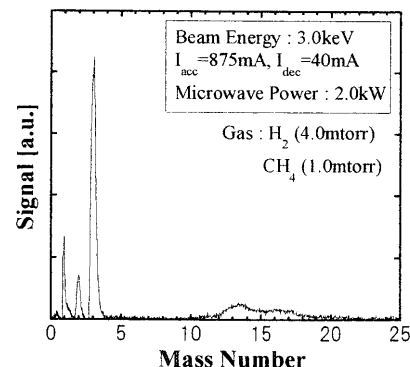


図2 水素ガスとメタンガスとの混合ビームによる質量スペクトル

タングステンにおけるヘリウム/重イオン照射効果

Microstructural evolution in tungsten during Cu^{2+} ion
and low energy helium ion Irradiation

若松 徹¹, 田村 賢¹, 岩切宏友², 吉田直亮²九大総理工¹, 九大応力研²

【緒 言】核融合炉におけるプラズマ対向材料は直接流入してくるヘリウム及び中性子により粒子負荷を受ける。そのため、高融点で熱伝導率がよく、プラズマによる損耗の少ないタングステンが注目されている。本研究では、低エネルギーヘリウムイオン/重イオンによるタングステンの材料損傷を評価するために、透過型電子顕微鏡による内部組織観察を行った。

【実験方法】試料としては純度99.95%の焼結タングステンを2273Kで15min焼鈍した試料を用いた。ヘリウム照射は制御イオン注入装置を用い、0.25keVの He^+ をR.T.~873温度範囲において、 $1 \times 10^{21} \sim 1 \times 10^{22} \text{ ions/m}^2$ 照射した。また、重イオン照射にはタンデム型加速器を用い、2.4MeVの Cu^{2+} をR.T.~1273Kの温度範囲において、0.3~3dpa照射した。その後、重イオンの損傷ピーク近傍の内部組織を透過型電子顕微鏡で観察した。

【結 果】重イオン照射において、1073Kで0.3dpa照射したところ、直径5nm程度の転位ループが数十個集まった集合体と直径1.5nm程度の高密度のボイドが確認され、照射量が3dpaに達しても、組織に大きな変化は見られなかった。また、R.T.では転位ループが均一に分布し、タングリングを起こしていることが確認された。ヘリウム照射では、873Kで $1 \times 10^{22} \text{ ions/m}^2$ 照射し、表面から150nm近傍の領域を観察したところ、ヘリウムの板状析出物が確認された。トリムコードによるヘリウムの注入レンジは~20nm程度であるので、この欠陥はヘリウムが深部まで拡散することにより形成されたものだと考えられる。講演においては、低エネルギーヘリウムイオンと重イオン照射を同時に行った試料の組織観察の結果も合わせて示す予定である。