GAMMA10プラズマ照射材料の表面分析

東北大金研 永田晋二,星勝也,趙明、四竈樹男 筑波大プラズマセンター

中嶋洋輔,坂本瑞樹,細井克洋,武田寿人, 市村和也,上田英明



概要

タンデムミラープラズマ閉じ込め装置ガンマ10の端部より 流出する高熱流束を利用して、ダイバータ板の候補材料をプ ラズマに暴露し、その際に侵入したプラズマ粒子の深さ分布、 並びに試料の表面状態を調べガンマ10における材料照射に 関する基礎的データを収集することを目的とする。 23年度はSiCを照射試料として水素捕捉量、はじき出し欠 陥量、および不純物堆積層の組成分析が可能であることを 確認した。

24年度は、プラズマ条件や、材料(SiC,W)による表面照射 効果の違いについて検討した。

GAMMA 10 西エンド部へ試料挿入



ラザフォード後方散乱・イオンチャネリング(RBS/C) 堆積層の組成分析、各元素の濃度プロファイル 単結晶層中の格子欠陥、格子ひずみ

反跳粒子検出(Elastic Recoil Detection) 水素濃度分布

X-ray diffraction 走査電子顕微鏡観察

金属材料研究所・タンデム加速器





照射後SiC、W試料







4HSiC single crystal (0001)

W single crystal (001)

CVD SiC on graphite



SiC表面に形成された堆積層

真空壁材、試料ホルダー材からス パッタされた金属元素が、残留ガス 中の酸素を取り込んで~nm厚の酸 化物層を形成している。









SiC表面のはじき出しSi分布



はじき出されたSi原子の分布は平均イオンエネルギーで予想される分布よりもはる かに深く、表面からおよそ 40 nm 程度まで広がっている。

SiC表面の水素濃度



Depth in SiC (nm)

水素濃度分布ははじき出し分布と同様と予想され、照射条件Bの場合はすで に飽和に達している。



照射痕から予想される通り堆積金属量は少ない。 W表面散乱ピークは増加しており、損傷が確認できる一方で、 水素はほとんど捕捉されない。

SiC,Wにおける堆積、損傷、水素捕捉



W単結晶では堆積金属量、損傷量ともに SiC単結晶のおよそ10分の1. 照射前後で水素濃度の変化はない。

まとめ

GAMMA 10 プラズマ照射 (0.4 sec x 30 shots, 10²³/m²)

SiCでは 堆積量(Fe,Cr, Ni, Mo) : ~ 10²⁰ atoms/m² 損傷量 : ~ 10²¹ atoms/m² 水素捕捉量 : ~ 10²¹ H atoms/m² 堆積量は照射量とともに増加する傾向にある。 堆積層が厚くなると水素入射に伴う損傷は減る。

Wでは堆積量および損傷量はSiCのおよそ10分の1、 水素捕捉量は100分の1以下。

25年度: 照射条件:フラックス依存性 試料: タングステン単結晶、焼結材、イオン予照射