

利用課題名

金属、および、半導体表面に注入されたプラズマ不純物元素の深さ分布と化学結合状態に関する研究

英文利用課題名

Characterization and depth profiling of impurity elements nearby metal and semiconductor surfaces using X-ray photoelectron spectroscopy

梅澤 憲司 ¹⁾	上浦 良友 ¹⁾	寺岡 有殿 ²⁾	吉越 章隆 ²⁾
Kenji UMEZAWA	Yoshitomo KAMIURA	Yuden TERAOKA	Akitaka YOSHIGOE

¹⁾大阪府立大学大学院理学系研究科 ²⁾日本原子力研究開発機構

(要約 2～3 行) 窒素イオンビームを照射された多結晶タングステン(W)表面に対して、W4f、N1s、O1s の光電子スペクトルに対する放射光のエネルギー依存性($h\nu=1765\sim 592\text{eV}$)を調べた結果、W の表面酸化膜以外に-W-N-結合状態の存在が認められた。

キーワード : Polycrystalline tungsten, Synchrotron radiation photoelectron spectroscopy, Nitridation

(1 行あける)

1. 目的

原子力機構で試作された高速(中性)原子・分子ビーム装置を活用して各種イオンビームを核融合炉内壁材料や半導体に照射することで、プラズマからの高速粒子で材料表面に形成される変性層(サブサーフェイス)の形成素過程を実験室で模擬するとともに、高輝度放射光を活用した高分解能光電子分光法による変性層の化学組成や化学結合状態の深さ方向分析を試みることを目的とする。

2. 方法

原子力機構の開発した高速原子・分子ビーム装置を用いて、まず 2.5keV および 4.0keV の運動エネルギーを持つ窒素イオンビーム(N^+ 、 N_2^+ の 2 種類)をごく薄い酸化膜を有する多結晶 W 表面に室温にて照射した。イオンビーム照射後の W の変性層の化学組成や化学結合状態の深さ方向分析を調べるために、日本原子力研究開発機構専用軟 X 線ビームライン(BL23SU)に設置されている表面反応分析装置で光電子分光測定を行った。窒素イオンビームを照射された多結晶 W 表面に対して、W4f、N1s、O1s の光電子スペクトルに対する放射光のエネルギー依存性($h\nu=1765\sim 592\text{eV}$)を調べた。

3. 研究成果

2.5keV の運動エネルギーを持つ窒素イオンビーム(N^+ 、 N_2^+ の 2 種類)をごく薄い酸化膜を有する多結晶 W 表面に室温にて照射した。放射光のエネルギーを変化させることで、W4f、N1s スペクトルなどから W の表面酸化膜以外に-W-N-結合状態の存在が認められた。特にバルク側でより顕著であった。

4. 結論・考察

まず、2.5keV の運動エネルギーを持つ窒素イオンビーム(N^+)を入射した W 表面における W4f スペクトルでは金属の W4f7/2、W4f5/2 のほかにそれらの表面酸化物に対応する 2 つのピークが観測された。酸化膜との界面に対してよりバルク側では、いずれのピークも広がっており、極表面に近づくにつれて W4f のスペクトルの線幅は狭くなった。界面近傍では、W4f7/2 ピークの高結合エネルギー側に-W-N-結合を示唆するショルダーが見られた。さらに金属の W4f7/2、W4f5/2 両ピークに対する 2 つの酸化物のピーク強度比が表面側よりもバルク側で大きいこと、ならびに表面酸化物のピークが共にやや広がっていることなどから、酸化物のスペクトルに-W-N-結合由来のピークもオーバーラップしていることが示唆された。同時に測定した N1s スペクトルの線幅も広がっており、

明らかに高結合エネルギー側でケミカルシフトが生じた。これはバルク側でより顕著であった。2.5keVの運動エネルギーを持つ窒素イオンビーム (N_2^+) を入射した W 表面に対する放射光のエネルギー依存性のスペクトルでも同様な傾向が見られた。

5. 引用(参照)文献等

1. Chemical State Analysis of Tungsten and Tungsten Oxides using an Electron Probe Microanalyzer:
M. Katoh and Y. Takeda, Jpn. J. of Appl Phys., Vol. **43**, No.10, 7292-7295 (2004)
2. Oxidation of tungsten surface with reactive oxygen plasma :
A. Romanyuk, V. Melnik and P. Oelhafen, Nucl. Instr. And Meth. In Phys. Res. **B 232**, 358-361 (2005)
3. Catalytic activities of tungsten nitride for NO dissociation and reduction with hydrogen :
C. Shi, X. F. Yang, A.M. Zhu and C. T. Au, Catalysis Today, **93-95**, 819-826 (2004)
4. Nitridation of fine grain chemical vapor deposited tungsten film as diffusion barrier for aluminum metallization:
K. M. Chang, T. H. Yeh and I. C. Deng, J. Appl. Phys., **81** (8), p.3670- 3676 (1997)