

課題番号 : F-21-NU-0014
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : プラズマ照射試料の表面観察
Program Title (English) : Surface observation of plasma irradiated materials
利用者名(日本語) : 馮双園
Username (English) : S. Feng
所属名(日本語) : 核融合科学研究所
Affiliation (English) : National Institute for Fusion Science
キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、ナノ構造、表面処理

1. 概要(Summary)

酸化バナジウムは比較的小さなバンドギャップ(2.2-2.8 eV)を持つ半導体材料として、可視光照射下で水分解により水素を生成する光触媒として有力視されている。また、He プラズマを金属材料に照射するとファズと呼ばれる繊維状のナノ構造が形成され、表面積の増大、光学吸収率の増加、バンドギャップの拡大などにより、光触媒活性を向上させると考えられている。本研究では、ガラス基板上のバナジウム薄膜にヘリウムプラズマを照射し、ファズが形成される適切な He プラズマ照射条件を特定した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

薄膜 X 線回折装置、3 元マグネトロンスパッタ装置、X 線光電子分光装置

【実験方法】

バナジウム薄膜の成膜には、小型材料プラズマ照射装置 Co-NAGDIS を使用した。Ar プラズマを用いたスパッタリング法によりバナジウム薄膜を石英基板(10×10 mm²)上に堆積させた。He プラズマ照射によるナノ構造形成には直線型ダイバータ模擬実験装置 NAGDIS-II を用いた。試料温度 T (薄膜中心部)と入射イオンエネルギー E_i を変化させ、バナジウム薄膜表面に様々な形態のナノ構造を形成した。プラズマ照射後に酸化処理を行い、XPS、XRD を用いて、ナノ構造化酸化バナジウム試料のキャラクタリゼーションを行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

本研究で得られた典型的なバナジウムファズをFig. 1(a)に示す。厚さ200 nmの薄膜上に、太さ数十nmのファズが形成された。Fig. 1(b)は、照射時の試料温度をFig.

1(a)よりも100 K上昇させた試料であるが、アニーリング効果によりファズが収縮し径が太くなった構造が見られた。さらに、試料の面内では構造の不均一性が確認された。赤外線カメラを用いて試料表面の温度を評価すると、非一様な試料温度に対応して構造が形成されていることが明らかとなった。

また、XPSの結果からナノ構造形成後に酸化させた試料からは光触媒反応において重要視される酸素欠陥の存在が明らかになった。

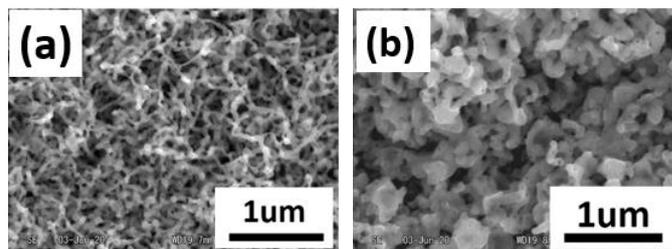


Fig. 1 SEM micrographs of He plasma irradiated surfaces (a) $T \sim 970$ K, $E_i \sim 71$ eV, (b) $T \sim 1070$ K, $E_i \sim 70$ eV.

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) Q Shi, S Kajita, S Feng, N Ohno, "The dependence of Mo ratio on the formation of uniform black silicon by helium plasma irradiation", Journal of Physics D: Applied Physics 54 (40), 405202

6. 関連特許(Patent)

なし。