

第 62 回応用物理学会 春季学術講演会に参加して

久保 勇 翔

Yuto KUBO

電子情報学科 4年

1. はじめに

2015年3月11日(水)~3月14日(土)にかけて早稲田大学 早稲田キャンパスで開催された2015年 春季 第62回応用物理学会学術講演会に参加した。私は、「 BiVO_4 薄膜における表面状態の評価」と題してポスター発表を行った。

2. 研究内容

2.1 研究背景

エネルギー・環境問題の観点から、光触媒を用いた水の分解による水素・酸素製造が研究されている。従来から紫外光下で高い性能を示す酸化チタン(TiO_2 : Titanium oxide)が注目されてきたが、太陽光の最も強いパワーを有する波長領域(500-600 nm)で機能する光触媒材料が求められている。そのような背景のもと、バナジウム酸ビスマス(BiVO_4 : Bismuth Vanadium Oxide)は可視光領域で機能する酸素生成光触媒(フォトアノード)材料として注目されている。本研究では、RFスパッタリング法で作製した BiVO_4 薄膜表面の構造・電子状態を評価し、それらの光学的特性と合わせて得られた結果について報告する。

2.2 薄膜の作製

金属酸化物の成膜方法に気相成長法がある。気相成長法は、真空中で成膜するため良質な薄膜を作製することが可能である。

本研究では、気相成長法の1つであるRFスパッタリング法を用いて BiVO_4 薄膜を石英ガラス及び銅(Cu)シート上に作製した。ターゲットは、 BiVO_4 の焼結ターゲット(サイズ:2インチ)を用

い、スパッタリングの条件は、Ar中(圧力:1 Pa)、印加電力50 W、基板温度300°C及び550°C、堆積時間90分である。作製した薄膜を光電子収量分光(PYS)測定、X線光電子分光(XPS)測定(価電子帯)を行い、図1及び図2にそれぞれ示した。図中の(a)、(b)、(c)は、基板温度300°CでCuシート上、基板温度550°CでCuシート上、基板温度550°Cで石英基板のサンプルに対応したスペクトルである。また、条件を変えて BiVO_4 薄膜を作製し、PYS測定を行った。図3は室温下でSi基盤上に印加電力を50、100 Wと変化させて成膜した試料の結果である。図4は図1の試料条件を用い、基板温度550°Cの一層のみの試料と、300°Cの層の上に550°Cの層を重ねた2層構造の試料を比較した結果である。最後に、以上の実験の結果をまとめ、今後の課題を示す。

2.3 実験結果

XPSの測定結果から基板温度の上昇に伴ってCuシートから膜中にCuがドーピングされていることが確認されている。それに対応して、図1のPYSにおける立ち上がり位置が低エネルギー側にシフトし、図2のXPSにおける価電子帯の上端が高エネルギー

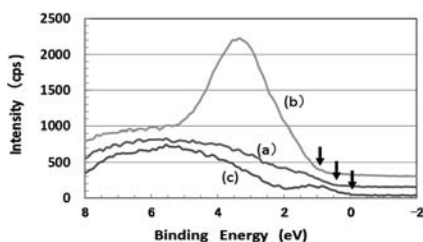


図1 XPS 測定結果

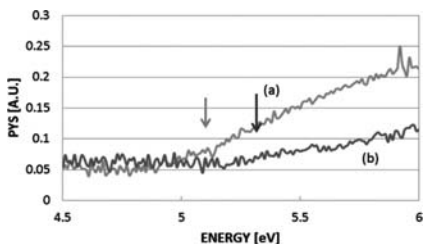


図2 PYS 測定結果 (基板温度変化の比較)

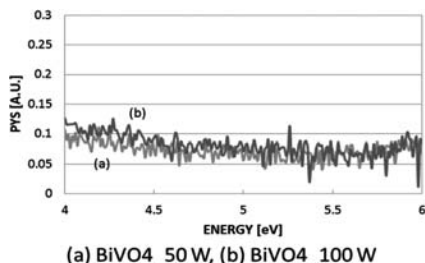


図3 PYS 測定結果 (印加電力変化の比較)

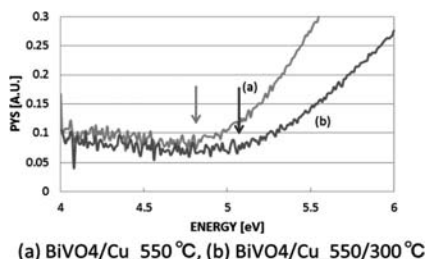


図4 PYS 測定結果 (1層と2層の比較比較)

側にシフトしている. このことから, Cu ドープがない石英基板上的の薄膜 (c) と比較することで Cu ドープによって薄膜がより n タイプ化していると考えられる.

図3より, Si 上では PYS の立ち上がりが見られなかった. BiVO₄ 単膜では PYS の立ち上がりが見られないことから, 図2の PYS の立ち上がりは Cu ドープによるものであると考えられる. また, 印加電力を変化させても波形に変化が見られなかった. これにより, 印加電力は表面状態の特性に関係していないことが考えられる.

図4より, 2層構造にしたことで, PYS の立ち上がり位置が高エネルギー側にシフトしていることが

わかる. これにより, Cu が表面に十分にドーピングされていないことが考えられる. 原因として, 積層構造にすることで膜厚が増加したため, Cu が表面まで十分に拡散されていないことが考えられる. よって, 基盤温度をさらに上昇させる, 成膜時間をさらに長くするなど, Cu が表面まで十分にドーピングされるような条件出しをすることが課題である.

3. まとめ

基盤温度上昇に伴って Cu がドーピングすることが確認できた. それに対応して, XPS の立ち上がり位置が高エネルギー側にシフトしており, PYS の立ち上がり位置が低エネルギー側にシフトしていることから, Cu ドープすることで薄膜がより n タイプ化していると考えられる. また, 積層構造にすると今回の実験条件では Cu が表面に十分にドーピングされないことが分かった. 今後, 基盤温度をさらに上昇するなどの条件出しをすることにより, BiVO₄ 薄膜の更なる特性向上を目指している.

4. おわりに

今回学会に参加し, 様々な方々から多くの貴重なご意見を頂き大変勉強になりました. また, 参加者の方々と比べると未熟な点が多々ありましたので今以上に精進を怠らないように心がけて参ります.

最後に, 今回の学会に参加する機会を与えてくださり, 本研究において多くのご指導頂いた山本伸一教授, また研究室の方々に深くお礼申し上げます.