

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、「BiVO₄ 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 (TiO₂: 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、バナジン酸ビスマス (BiVO₄: 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 BiVO₄ 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 BiVO₄ 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、BiVO₄ 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 で石英基板上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 BiVO₄ 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、基盤温度 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 がドープ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側にシフトする。

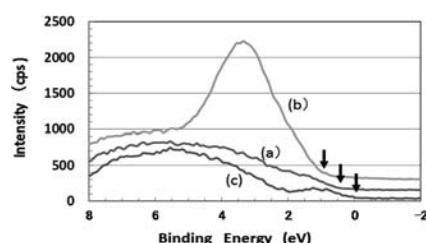


図 1 XPS 測定結果

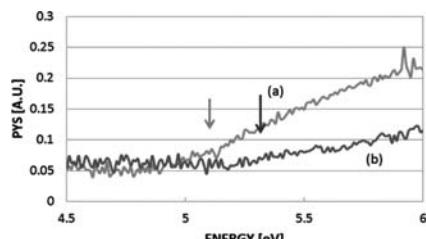


図 2 PYS 測定結果 (基盤温度変化の比較)

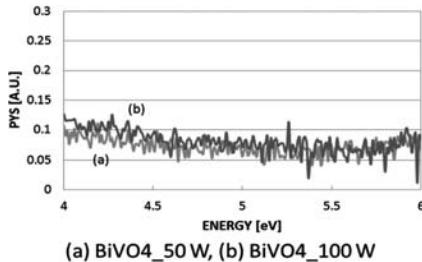


図3 PYS測定結果（印加電力変化の比較）

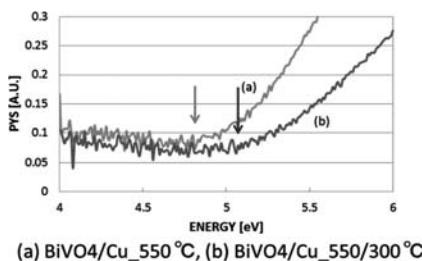


図4 PYS測定結果（1層と2層の比較比較）

一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の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プ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プ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がドープ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プ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い、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。