

第 64 回応用物理学会 春季学術講演会に参加して

大畑 裕介
Yusuke OHATA
電子情報学科 4年

1. はじめに

私は 2017 年 3 月 14 日から 17 日の期間に、パシフィコ横浜で開催された「2017 年 第 64 回応用物理学会春季学術講演会」に参加した。「ウェット成膜法を用いた BiVO_4 薄膜の作製と特性評価」という題目でポスター発表を行った。

2. 研究背景

光触媒は喘息の原因である窒素酸化物や硫酸化物の大気汚染物質を無害化が可能で空気を浄化できる。家屋の内壁に使用すれば悪臭分解、菌やカビの発生防止、シックハウスとして問題になっているホルムアルデヒドのような有害有機化合物の分解除去にも利用されている。汚れを分解できることから、煙草のヤニや家庭の台所の油污れ、壁やタイルの汚れの分解、鏡やガラスなどの曇り防止など、セルフクリーニング材料として利用できる。光触媒材料として多くの研究がおこなわれている TiO_2 は 3.0 eV のバンドギャップを持っている。従って 410 nm 以下の波長の光で励起される。太陽光のスペクトルのうち約 3% に相当するため、太陽光を照射するだけで励起することが可能である。しかし、太陽光の最も強いパワーを有する波長領域 (500-600 nm) であるため最も強い波長領域では TiO_2 は励起しない。 TiO_2 は主にアナターゼ型とルチル型に分けられ、バンドギャップはアナターゼ型が 3.2 eV 波長 388 nm ルチル型が 3.0 eV 波長 413 nm それぞれバンドギャップ以下の波長で励起される。本研究では、注目されている BiVO_4 を題材として研究した。 BiVO_4 には正方晶系と単斜晶系、二つの結晶形がある。正方晶系のバンドギャップは 2.9 eV 波長約 428 nm、単

斜晶系のバンドギャップは 2.4 eV、波長約 517 nm である。太陽光のもっとも強いパワーが 500 nm-600 nm の波長領域のため可視光下で反応する単斜晶系 (517 nm) が求められている。 BiVO_4 の研究の多くは粉末のものであり、粉末では空气中に飛散し、再利用しにくいいため本研究では薄膜化を目指し、RF マグネトロンスパッタリング法で成膜し評価した。また、RF マグネトロンスパッタリング法よりも簡易で安価に成膜できる MOD 法を用いて成膜を試みた。

3. 実験方法

UV 照射 (10 min.) により表面洗浄した Si (P 100) 基板の上に SnO_2 の MOD 溶液を滴下、スピコート法 (3000 rpm_20 sec.) により均一に成膜した。その後、電気炉で 300°C_10 min. の仮焼成し、本焼成の温度を 1000°C_1 h で行った。次に RF スパッタリング法を用いて、 BiVO_4 を条件 (成膜時間 90 min. _圧力 1.0 pa_流量 Ar 2.5 sccm_電力 50 W_基板温度 200°C) で成膜を行った。成膜した試料を本焼成の温度を 400-1000°C_1 h で行った。酸化ビスマス (Bi_2O_3 : Bismuth Oxide) と五酸化バナジウム (V_2O_5 : Vanadium Oxide) の MOD 溶液をモル比 1:4 と 3:1 で混合し、それぞれ V 照射 (10 min.) により表面洗浄した Si 基板の上にスピコート法 (3000 rpm_20 sec.) で均一に塗布した。その後、電気炉で 300°C_10 min. 仮焼成し、本焼成の温度を 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000°C_1 h で行った。作製した試料を X 線回折 (XRD: X-Ray Diffraction) 装置で測定し結晶性を評価した。

4. 実験結果

Si 基板の上に RF スパッタリング法で成膜し、熱処理した試料の XRD 測定結果を Fig. 1 に示した。また、下地膜に SnO_2 を用いて成膜し熱処理した試料の XRD 測定結果を Fig. 2 に示した。Fig. 1, Fig. 2 共に焼成温度が上がるにつれて BiVO_4 のピークが小さくなっている。これは、ビスマスの融点が低い

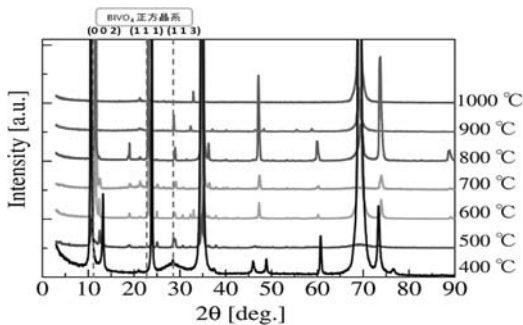


Fig. 1 XRD measurement of BiVO_4 thin films using RF sputtering method.

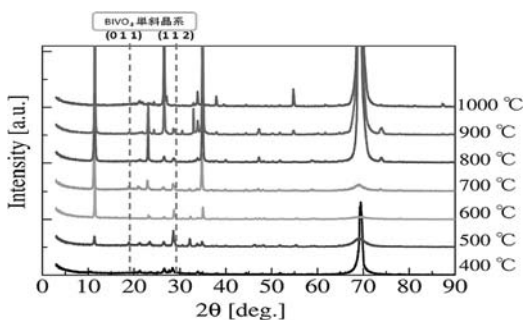


Fig. 2 XRD measurement of BiVO_4 thin films using SnO_2 for underlying film.

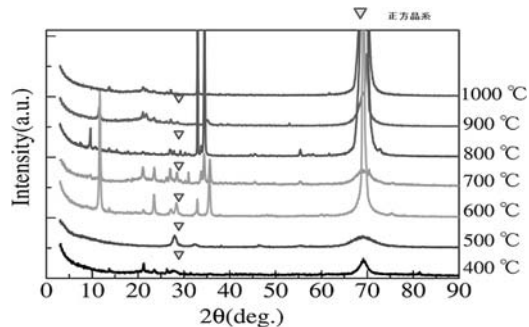


Fig. 3 XRD measurement of BiVO_4 ($\text{Bi}_2\text{O}_3 : \text{V}_2\text{O}_5 = 3 : 1$) thin films using MOD method.

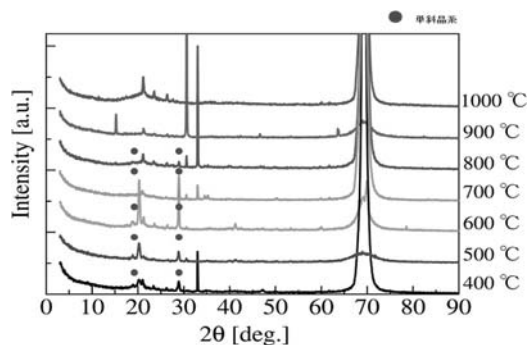


Fig. 4 XRD measurement of BiVO_4 ($\text{Bi}_2\text{O}_3 : \text{V}_2\text{O}_5 = 1 : 4$) thin films using MOD method.

ことが起因していると考えられる。また、Fig. 1では BiVO_4 の 28.63° に正方晶系 (1 1 2) のピークが見てとれる。 28.823° に単斜晶系のピークは確認できなかった。下地膜に SnO_2 を用いた Fig. 2 では単斜晶系のピークが見られた。この2つの結果より下地膜に SnO_2 を用いて基板加熱中で成膜することにより単斜晶系のシングルフェイズの結晶性が得られたと考えることができる。 Bi_2O_3 と V_2O_5 のモル比 3 : 1 で成膜した試料の XRD 測定結果を Fig. 3 に示した。 $400\text{--}800^\circ\text{C}$ までは正方晶系のピークが見られた。次に、 Bi_2O_3 と V_2O_5 のモル比 1 : 4 で成膜した試料の XRD 測定結果を Fig. 4 に示した。 Fig. 4 では 400°C から温度が上昇するとともに単斜晶系のピークの強度も上がることが分かった。 $400\text{--}800^\circ\text{C}$ から単斜晶系のピークが確認できた。

5. まとめ

スパッタでは下地膜をもちいらないければ、単斜晶系はみられない。MOD 溶液は比率を変えることにより単斜晶系と正方晶系のピークをコントロールできた。光触媒反応はある程度の膜圧がないとおこらないことがわかった。

謝辞

本研究を行うにあたり、研究に取り組む姿勢から研究に関するご指導頂いた、龍谷大学理工学部電子情報学科 山本伸一教授、大阪大学 西谷幹彦教授に心より深く感謝致します。そして、日頃の研究において指導して下さった先輩方、共に研究に慎んだ同輩にも深く感謝致します。