

沈殿法で作製した LaVO_4 の 光触媒特性評価

並木 峻佑

Ryosuke NAMIKI

電子情報学科 2021 年度卒業

1. はじめに

私は 2022 年 3 月 22 日から 26 日に青山学院大学相模原キャンパスで開催された第 69 回応用物理学会春季学術講演会に参加した。この講演会において、私は「沈殿法で作製した LaVO_4 の光触媒特性評価」という題目でポスター発表を行った。

2. 背景

光触媒は光が照射することで表面に強力な酸化力が生まれ、接触する有機化合物などの有害物質を除去することが可能である。光触媒は主に酸化チタン (TiO_2) が使用されている。 TiO_2 は電子的に半導体の一種であり、エネルギーギャップ以上の光子エネルギーを持った光を照射することで反応が起こる。しかしエネルギーギャップが大きいために電子の励起に紫外線が必要である。紫外線 (波長 $< 400 \text{ nm}$) はエネルギー的に全太陽光の 4% 程度でしかない。したがってエネルギー効率を高めるには太陽光エネルギーの 40% 以上を占める可視光線 (波長 = $400 \sim 760 \text{ nm}$) に応答する、可視光域のエネルギーギャップを持った光触媒材料の開発が望まれる。本研究では、エネルギーギャップが TiO_2 よりも広い、バナジン酸ランタン (LaVO_4) を沈殿法で作製した。



Fig. 1 波長と発光色

3. 実験方法

均一沈殿法を用いて、 LaVO_4 粉末を作製した。作製手順を Fig. 2 に示す。材料は $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ 、 NH_4VO_3 、尿素、超純水を用いた。モル比を $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O} : \text{NH}_4\text{VO}_3 = 1 : X$ ($X = 1, 2, 3, 4, 5$) とし LaVO_4 粉末を作製した。まず、モル比を調整してビーカーに $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ 粉末と NH_4VO_3 粉末を入れた。次に、尿素を 10 g、超純水 150 ml をビーカーに入れ、450 rpm で攪拌を行った。攪拌時には、 90°C 、3 h. で加熱を行った。その後、上澄み液を除去し、遠心分離を行った。 100°C で 1 h. 乾燥し粉末を取り出した。また、3 ml のメチレンブルー (濃度: 0.5 mM) に作製した試料を入れ、可視光を 60 min. 照射し透過率測定を行った。

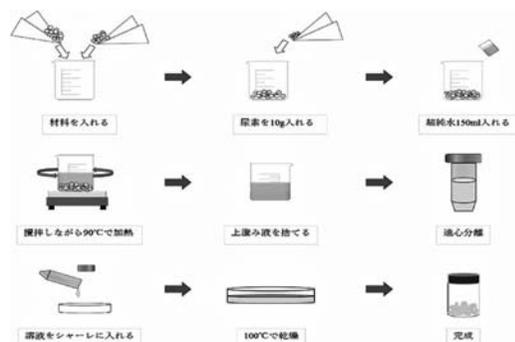


Fig. 2 LaVO_4 作製手順

4. 実験結果

4.1 XRD 測定結果と透過率測定結果

作製した試料の XRD 測定結果を Fig. 3 に示す。全ての条件で LaVO_4 のピーク ($2\theta = 17.8^\circ, 23.6^\circ, 31.9^\circ, 33.6^\circ, 38.3^\circ, 45.5^\circ, 47.0^\circ$) を確認した。 $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O} : \text{NH}_4\text{VO}_3 = 1 : 1, 1 : 2, 1 : 3$ と NH_4VO_3 を増やすことでピークが高くなった。 $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O} : \text{NH}_4\text{VO}_3 = 1 : 3$ の時、最もピークが高くなり、 $1 : 4, 1 : 5$ と NH_4VO_3 を増やすにつれてピークが低くなった。これにより、 $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O} : \text{NH}_4\text{VO}_3 = 1 : 3$ の条件で LaVO_4 が最も効果的に作製されて

いると考えられる。作製した試料の透過率測定結果を Fig. 4 に示す。最も透過率が高くなったのは、 LaVO_4 のピークが最も高い $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} : \text{NH}_4\text{VO}_3 = 1 : 3$ の条件であり、メチレンブルーの最大吸収波長 664 nm において 54% の透過率を示した。

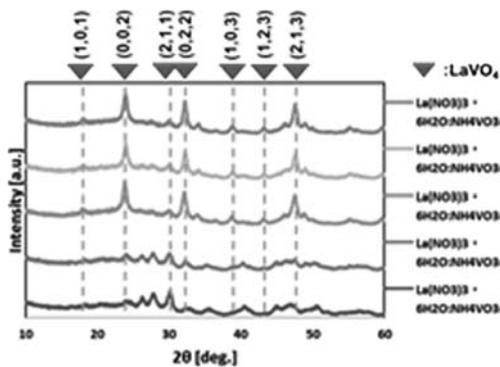


Fig. 3 XRD 測定結果

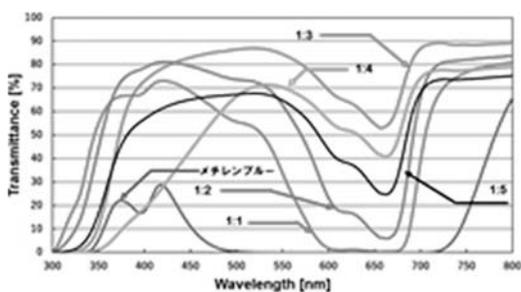


Fig. 4 透過率測定結果

4.2

作製した試料の SEM 測定結果を Fig. 5 に示す。透過率測定結果で最も透過率が高かった、 $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} : \text{NH}_4\text{VO}_3 = 1 : 3$ の時、粒子の個数が最も多くなることを確認することができた。その個数は、 8.6×10^3 個であった。さらに、粒径のばらつきが最も小さくなり、また平均粒径が最も小さくなることを確認することができた。その平均粒径は、 $3.8 \mu\text{m}$ を示した。粒子の平均粒径と個数から表面

積を求めた。表面積は、 3.9×10^5 であった。これは作製した試料の中で、最も表面積が大きい結果になった。このことより、粒径が小さくなり、粒子の個数が増えることで、光が当たる表面積が大きくなったことにより、光触媒効果が高くなったのではないかと考える。

5. まとめ

$\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} : \text{NH}_4\text{VO}_3 = 1 : 3$ で作製した LaVO_4 は、光が当たる表面積が大きくなることで光触媒効果が最も高くなった。

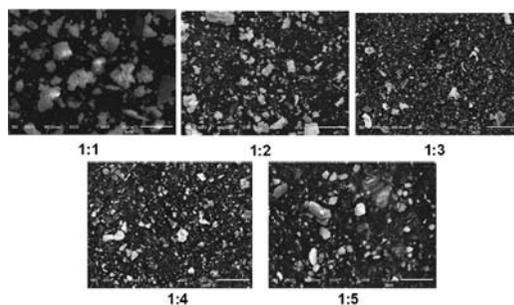


Fig. 5 SEM 測定結果

	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5
平均粒径 [μm]	14.9	7.5	3.8	4.6	6.8
個数 [個]	6.0×10	3.1×10^2	8.6×10^3	3.8×10^3	3.5×10^2
粒子1個 の表面積 [μm^2]	7.1×10^2	1.8×10^2	4.5×10	6.6×10	1.5×10^2
表面積 [μm^2]	4.2×10^4	5.4×10^4	3.9×10^5	2.5×10^5	5.1×10^4

Fig. 6 LaVO_4 の平均粒径と個数と表面積

謝辞

今回の発表にあたり、ご指導いただきました山本伸一先生に心から感謝いたします。