

# 色素増感太陽電池への応用のため、GZO 基板上に酸化亜鉛光電極の作成 Synthesis of zinc oxide photoelectrodes on GZO substrate applying for dye sensitized solar cells

1220173 山下 竜生 (光・エネルギー研究室)

(指導教員 李 朝陽 教授)

## 1. 背景と目的

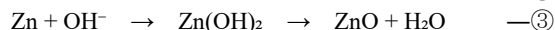
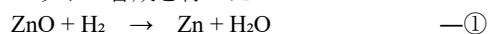
現在、世界的な脱炭素社会化の潮流の加速が起きている。そこで、再生可能エネルギーの導入が進められている。その中でも太陽光発電の発展は再生可能エネルギーの導入に大きく影響すると言える。

本研究は低コストで環境にやさしい色素増感太陽電池に注目した。色素増感太陽電池は太陽光のある波長の光を吸収する色素を用いた、可視光領域に応答を持つ太陽電池である。また、既存の太陽電池よりも低コストであり比較的簡単な製造プロセス、および非毒性を有しているため次世代の太陽電池として活躍が期待されている。現在は主な電極として酸化チタンが使われているが、最高効率は 15% と低い[1]酸化亜鉛電極を用いた場合、ナノ構造の形成が可能になるため大表面積化でき、高い配向性を保ちつつ高透過率の実現が可能になる。そのため、本研究では電極としての応用のために透明導電 GZO 膜上に高配向の酸化亜鉛ナノロッドを合成し結晶性を制御することを目的とする。

## 2. 実験方法

スパッタリング法を用いてガラス基板上に GZO 導電薄膜を成膜した。その上にアルゴン・酸素混合ガスを用いて ZnO 薄膜を成膜した。また、同様に Ar ガスのみを用いて ZnO 薄膜を成膜した。

成膜した ZnO/GZO 薄膜にアニーリング装置を用いて熱処理を行った。①, ②, ③式に示す酸化還元反応を繰り返すことで ZnO ナノロッドの合成を行った。



亜鉛の融点以下の低温で 2 時間ブリアニーリングを行ったあと高温でのアニーリングを 5 時間行った。3 種類の熱処理温度に条件わけして温度依存性分析を行った。

## 3. 実験結果

導電薄膜で重要なことは透過率と結晶性である。成膜した GZO 薄膜から 91.4% の高透過率を得られた。図 1 に示す SEM 像断面図より薄膜が基板に対して垂直方向に成長し、XRD の結果より結晶性の良い薄膜であることが確認できた。

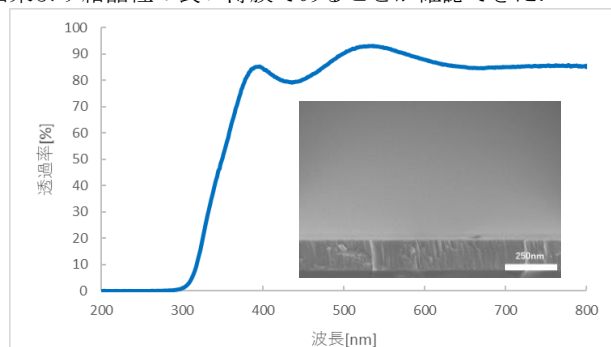


図 1 GZO 薄膜の透過率と SEM 像断面図

図 2 に熱処理後の ZnO/GZO 薄膜の SEM 像を示す。表面図より、六方晶ウルツ鉱結晶構造の ZnO ナノロッドが確認できた。440℃ の場合では直径 260nm, 9 本/μm<sup>2</sup> の密度で分布していた。断面図より、ZnO ナノロッドは 820nm の長さがあることが分かった。

図 3 に熱処理後の ZnO/GZO 薄膜の XRD 測定結果を示す。酸化亜鉛の格子面のピークは 34.42° であり、これらの薄膜はすべて格子面のピークである (002) にピークを有しており、結晶性が優れていることが分かる。また、アニーリング温度 440℃ の (002) ピーク強度が非常に高いことから、最も優れた結晶性であることが分かる。

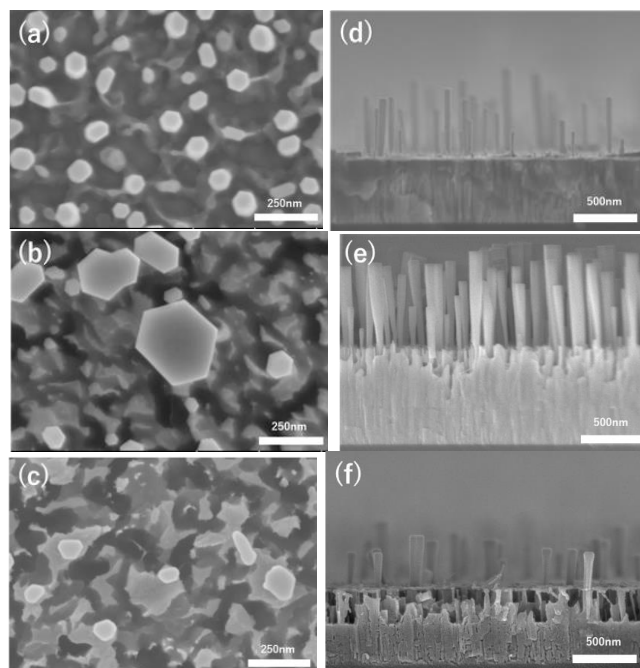
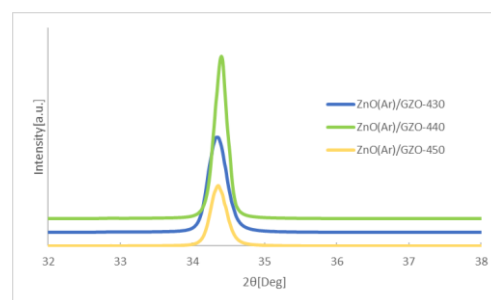
図 2. 熱処理後の ZnO/GZO 薄膜-SEM 像  
(a)430℃, 表面図 (b)440℃, 表面図 (c)450℃, 表面図  
(d)430℃, 断面図 (e) 440℃, 断面図 (f) 450℃, 断面図

図 3. 熱処理後の ZnO/GZO 薄膜-XRD

## 3. まとめ

高周波スパッタリング法を用いて結晶性を制御したうえで高透過率の GZO 薄膜を成膜することができた。アニーリング温度がナノロッドの形態に大きく影響することが分かった。最適なアニーリング温度は 440℃ で結晶性がよく、配向性も高く、高透過率の ZnO ナノロッドを合成できた。太陽電池の電極としての応用するためこの条件を適用する。

## 3. 参考文献

[1] 日本経済新聞 | 色素増感型太陽電池が実用化に前進  
[https://www.nikkei.com/article/DGXNASFK1601J\\_W3A710C1000000/](https://www.nikkei.com/article/DGXNASFK1601J_W3A710C1000000/)

