

# 薄膜蛍光体の応用へ向けた熱処理法による GZO 導電膜上へのナノロッド合成及び特性評価

Fabrication of ZnO Nanorods on Ga-doped ZnO Conductive Substrates Applying for Thin Film Phosphor  
1230037 岡林 優 (光・エネルギー研究室)  
(指導教員 李 朝陽 教授)

## 1. 背景と目的

蛍光体とは紫外線など外部からエネルギーを受け取り発光する物質で、蛍光灯や LED などに応用されている。[1]ZnO は酸化物半導体の中でも高い発光特性を持ち様々なデバイスへの応用が期待されている。従来の粉末状の蛍光体は耐久性、大面積化などが課題であり、それらを改善すべく薄膜蛍光体の作製プロセスの確立が求められている。薄膜蛍光体の実用化には輝度不足といった問題が存在する。本研究では DC スパッタリングを用いて GZO 導電膜を成膜し、スパッタパワー依存性を分析する。また、GZO 導電膜上へ ZnO を成膜し、低温での熱処理によるナノロッド合成および酸素欠陥の導入による輝度の向上を目指す。

## 2. 研究内容・方法

DC スパッタリング法により GZO 薄膜をガラス基板上に 300nm 成膜した。成膜条件は Ar ガス 30sccm、圧力 1Pa、基板温度 150°C でスパッタパワーを 50W から 100W まで 10W ずつ変化させ、薄膜のスパッタパワー依存性を分析した。また ZnO ナノロッド合成のため熱処理を行い、アニール温度依存性分析、酸素効果依存性分析を行った。アニール温度依存性分析では、水素と窒素の混合ガス(H=1.96%)中で約  $5 \times 10^4$  Pa の気圧を保ちながら 350°C で 2 時間熱処理後、430°C、440°C、450°C の 3 条件で熱処理を行った。

## 3. 研究結果

図 1 にスパッタパワー 50W で成膜した薄膜の SEM 像を示す。図 1 より粒径に均一性が見られた。また、ガラス基板に対して垂直方向の成長が確認でき c 軸方向の配向性が良いことが見て取れる。図 2 の XRD2θ パターンの測定結果より各パワーにおいて格子面(002)のピークが確認できた。また(002)ピーク強度はパワーが増加するにつれて減少し、ピーク位置は左シフトし圧縮応力は増加した。つまりスパッタパワー 50W で成膜した薄膜の(002)ピーク強度が最も高く、酸化亜鉛のピーク位置である 34.4degree に近いため、すべての条件の中で最も結晶性が高いといえる。また、この薄膜は 80%以上の高透過率を示し、 $3.5 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$  の低抵抗率を有していた。

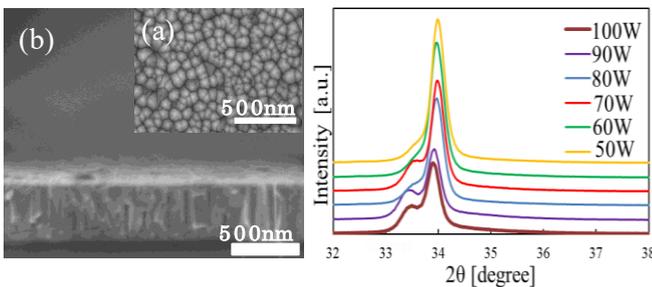


図 1. GZO 薄膜 SEM 像  
(a)表面図 (b)断面図

図 2. XRD2θ パターン

図 3 に熱処理後の GZO 導電膜上の ZnO ナノロッドの SEM 像を示す。表面図より熱処理温度 430°C、440°C のサンプルで六方晶ウルツ鉱構造の六角形が観測できた。表面図よりナノロッドの直径はアニール温度 430°C で 50nm、440°C で 100nm、450°C ではナノロッドを観測できなかった。断面図、よりナノ

ロッドの長さは 430°C で 545nm、440°C で 363nm だった。また GZO 膜上に垂直に成長していることから c 軸方向の配向性が高いことが分かる。また、430°C で熱処理したナノロッドは下部から上部にかけて細長い形状に対し、440°C で熱処理したナノロッドは下部から上部にかけて直径が増す形状であった。図 4 に熱処理温度 430°C、440°C、450°C の時の XRD2θ パターンを示す。図 4 よりすべての条件で酸化亜鉛のピークである格子面(002)ピークを確認できた。

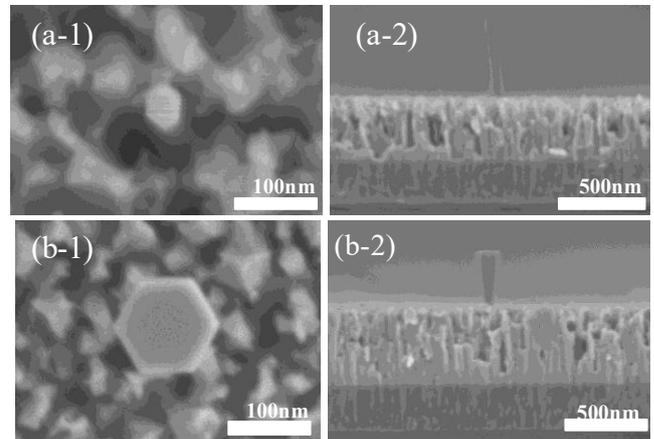


図 3. ナノロッド SEM 像

(a-1)430°C表面図、(a-2)430°C断面図  
(b-1)440°C表面図、(b-2)440°C断面図

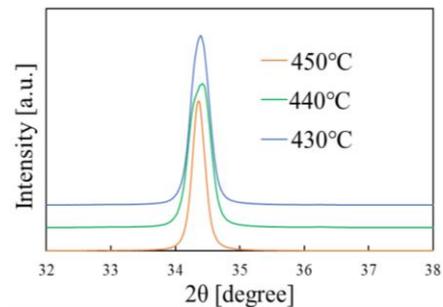


図 4. XRD2θ パターン

## 4. 結論

DC スパッタパワー依存性ではスパッタパワーが低いほど GZO 薄膜の結晶性が高くなる傾向が確認できた。スパッタパワー 50W で成膜した薄膜の結晶性が最も高く、透過率は 80%以上の高透過率を示し、 $3.5 \times 10^{-4}$  の低抵抗率を有していた。

熱処理温度依存性分析では熱処理温度 430°C、440°C でナノロッドを確認でき、XRD の結果からも 430°C、440°C ともに c 軸配向性が高いといえる。熱処理温度 440°C のときのナノロッドの粒径が最も大きく酸素欠陥を多く含んでおり、薄膜蛍光体に適した条件といえる。

## 5. 参考文献

- [1] 文部科学省, “酸化亜鉛単結晶の紫外線発光強度の増大を確認,” [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/kagaku/chousei/news/1358018.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/chousei/news/1358018.htm), March.1997.
- [2] 林智広, “金属薄膜標準物質の現状, ニーズ, 技術背景に関する報告,” 2007.