

# CBD 法による高品質な酸化亜鉛ナノロッドの合成

1190116 中村 泰士 (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、日本では石油や石炭・天然ガスなど、有限とされる化石エネルギーと共に、太陽光や風力・水力・地熱など、枯渇することがなく半永久的に利用できる再生可能エネルギーが一般的なものとなりつつある。このような現象における背景には、地球温暖化防止への意識改革がある。極地とされる北極や南極の氷が溶けつつあり、海水温度上昇による海面の上昇や海岸線の浸食、さらに異常気象やそれに伴う生態系への影響などが生じると予測されている。これらは石油や石炭、天然ガスなどの化石燃料の燃焼(火力発電)による CO<sub>2</sub> 排出が要因であるとされている。また、日本は長年、火力発電と共に原子力発電にも頼ってきたが、2011年3月11日に起きた東日本大震災の福島第一原発事故をきっかけに、原子力発電における否定的な考え方はより強く、比較的に安心安全とされる再生可能エネルギーの普及が更に拡大したと考える。[1]

私は、再生可能エネルギーの普及が拡大する中、太陽光発電における、色素増感太陽電池に注目した。色素増感太陽電池は、既存の太陽電池よりも低コストでフレキシブルな応用が可能である一方、電極の酸化物半導体として一般的に用いられている酸化チタン電極では、電極の表面積が小さくモビリティも低いことから、変換効率が低い(15%)というデメリットを持つ。そのため、本研究では、化学溶液析出法(CBD)を用いて合成した酸化亜鉛ナノロッドを熱処理し、ミスト CVD 法で表面をコーティングした酸化亜鉛ナノロッドの特性評価をすることで、色素増感太陽電池開発における、電極の大表面積化及び、高結晶化、高透過率化を目指した。

## 2. 実験方法

RF マグネトロンスパッタリング法を用いて、Glass 基板の上に AZO 薄膜を 300nm 成膜した後、CBD 法を用いて AZO 薄膜上に酸化亜鉛ナノロッドを合成した。合成条件としては、硝酸亜鉛六水和物とヘキサメチレンテトラミンをモル比 2:1 で、温度 95°C の溶液中に 5 時間浸漬させた。

酸化亜鉛ナノロッドの熱処理におけるガス依存性評価(酸素・窒素・真空)では、熱処理温度を 450°C として、1 時間の熱処理を行った。

熱処理後はミスト CVD 法を用いて、酸化亜鉛ナノロッド表面へのコーティングを行った。コーティング材料には酸化亜鉛と酸化チタンを用いた。時間依存性評価については、コーティング時間を 2 分・5 分・10 分・15 分・20 分の 5 段階に分けて考察を行った。

## 3. 実験結果

CBD 法で合成した酸化亜鉛ナノロッドを SEM で観察すると、表面図からは、結晶構造が六方晶ウルツ型であると確認出来た。また、断面図からは AZO 基板に対して垂直方向に成長しているのが確認出来た。透過率においては、約 72% と高透過率であった。

熱処理でのガス依存性評価において、結晶性は真空・窒素・酸素の順に良くなり、最も結晶性が良くなるのは、酸素であることが確認出来た。透過率は約 62% であった。また、熱処理後は酸素・窒素・真空ともに酸化亜鉛ナノロッドが太く成長しており、強度も増加していることが確認出来た。

ミスト CVD 法を用いて、酸化亜鉛・酸化チタンともに、酸化亜鉛ナノロッド表面へのコーティングが確認出来た。また、コーティング時間が長くなるにつれて、酸化亜鉛ナノロッドの表面積も増加した。ミスト CVD 法を用いたコーティングの最適条件は、酸化亜鉛を 20 分間コーティングした条件であっ

た。この時の SEM 像を図 1 に示す。図 2 の XRD のパターンにおいて、20 分のピーク位置は 34.50° であり、最も基板にかかるストレスが小さいことを確認出来た。また、同図において、34.42° 付近以外での突出したピークは無いため、コーティングした酸化亜鉛の粒子も c 軸方向に垂直配向したと考えた。熱処理後と比較して、ミスト CVD 法後は、強度が増加していることを確認出来た。ミスト CVD 法において、最適条件である酸化亜鉛の 20 分コーティングは、透過率が約 67% であった。

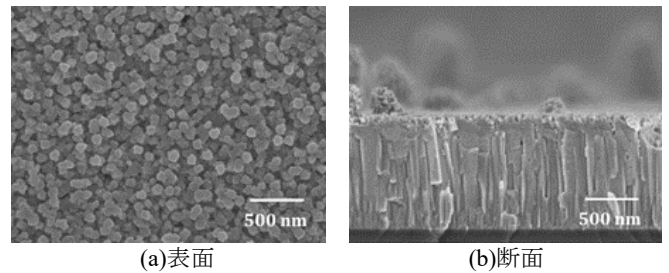


図 1. SEM 像

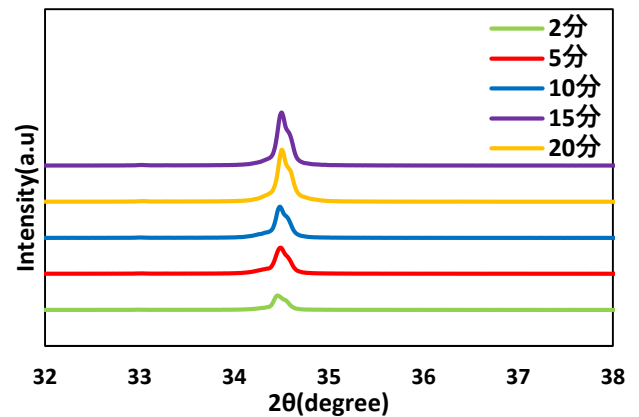


図 2. XRD のパターン

## 4. まとめ

CBD 法により合成した酸化亜鉛ナノロッドは、垂直方向に成長しており、高配向であった。透過率は約 72% であり、高透過率化を達成出来た。

熱処理後は酸素・窒素・真空ともに結晶性が良くなり、高結晶化を確認出来た。最も結晶性が良くなるのは、酸素で熱処理を行った場合であった。

ミスト CVD 法を用いて、酸化亜鉛・酸化チタンともにコーティングをすることができ、大表面積化も達成することが出来た。ミスト CVD 法において、最も結晶性が良く、強度が高くなるのは、コーティング材料に酸化亜鉛を用いて、20 分間コーティングを行った場合であった。

本研究の方法によって、高結晶で大表面積及び高透過率な酸化亜鉛ナノロッドが合成出来たため、今後、色素増感太陽電池開発における高品質な電極作成に十分応用が可能であると考える。

## 5. 参考文献

[1] 再生可能エネルギーが未来を変える

<https://www.softbank.jp/energy/special/shizen-denki/column/vol-003/>