

水中パルス細線放電法による酸化亜鉛ナノ粒子の作製

Preparation of ZnO nanoparticles by Underwater Pulsed Wire Discharge

長岡高専¹ (B)山口 誠太¹, °床井 良徳¹

NIT, Nagaoka Col.¹, Narita Yamaguchi¹, °Yoshinori Tokoi¹

E-mail: toki@nagaoka-ct.ac.jp

1.はじめに

酸化亜鉛は化粧品、医薬品、白色顔料、ゴムの加硫促進剤等、幅広い分野で使われており、放射線耐性が高いことから宇宙空間で使用されるデバイスとしての応用が期待されている。本研究では、酸化亜鉛 (ZnO) の作製手法として、水中パルス細線放電法 (Pulsed Wire Discharge : PWD) を用いる。水中 PWD とは水で満たし容器内の電極間に金属細線を設置し、細線にパルス大電流を流すことで、細線を急速に加熱、さらにはプラズマ化し、ナノ粒子を作製する手法である。今回、金属細線に亜鉛を用いて ZnO ナノ粒子の作製を試みた。PWD は他の手法に比べて、プラズマ生成時のエネルギー変換効率が高く、実験装置が簡単かつ安価であることから、低コストで ZnO ナノ粒子を量産する事が可能な手法であると考えている。水中でナノ粒子作製を行うメリットとして、作製された粒子の回収が容易かつ分散性が高い事から、気中 PWD よりも優れた手法であると考えている。よって本研究では水中 PWD による酸化亜鉛ナノ粒子の生成効率の向上を目指して研究を行っている。

2.実験

実験回路は高電圧直流電源、高圧容器、ギャップスイッチ、インダクタ (L) およびコンデンサ (10 μ F) から構成されている。実験手順を以下に示す。高電圧直流電源を用いてコンデンサを充電した後、ギャップスイッチを導通させ、亜鉛 (Zn) 細線を気化・プラズマ化しナノ粒子の作製を行った。この時、回路に流れる電流と細線両端の電極の電圧をオシロスコープで測定した。また作製した粒子の相の同定に X 線回折 (XRD) 装置を用いた。実験条件は以下の通りである。細線には直径 0.1 mm、長さ 25 mm の亜鉛細線を用いた。本実験では回路パラメータが作製粒子に及ぼす影響を調査するため回路に $L=0.78 \mu$ H と 1.9μ H のインダクタを設置し、コンデンサの充電エネルギー (E) を $E=45$ J および 125 J と変化し実験を行った。

3.実験結果とまとめ

図 1 に Zn 細線を用いた場合の水中 PWD 中の電流波形、図 2 に作製した粒子の XRD 図形を示す。図 1 より E 及び L の値が高い程、細線加熱後に現れる 2 回目の放電開始時間が短くなっている事が確認された。図 2 より E が高い程、Zn のピークが減少している事が確認された。また $E=45$ J の場合、L の値が大きい程 Zn のピークが減少している事が確認された。これらの結果より、充電エネルギーとインダクタンスが高い程 Zn が減少し ZnO の割合が多くなった要因として、細線加熱後の 2 回目の放電開始までの時間が早まる事に起因

しているとう知見が得られた。

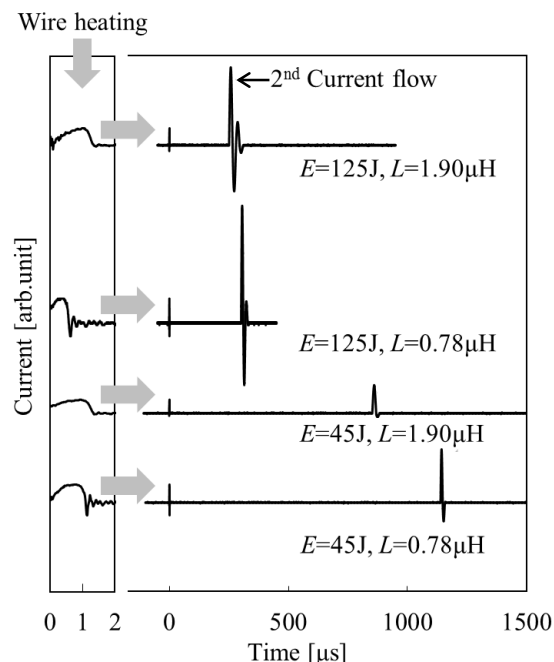


図 1 水中 PWD 中の電流波形

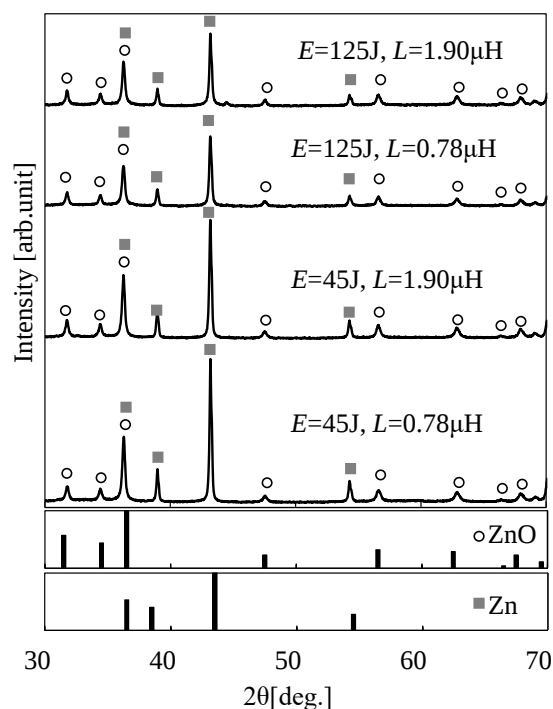


図 2 作製した粒子の XRD 図形