

高周波熱プラズマ法による窒素ドーピング酸化亜鉛ナノ粒子の生成

Synthesis of nitrogen doped ZnO nanoparticles using radio frequency thermal plasma

○平儀野 雄斗¹、田中 暁巳²、竹内 啓²、竹内 浩²、藤田 恭久¹

(1. 島根大院総理、2. 竹内電機株式会社)

○Yuto Hiragino¹, Toshimi Tanaka², Akira Takeuchi, Hiroshi Takeuchi, Yasuhisa Fujita

(1. Shimane Univ., 2. Takeuchi Electric Co., Ltd.)

E-mail: fujita@ecs.shimane-u.ac.jp

島根大学では従来技術に比べて低コストで簡易に作製できる窒素ドーピング酸化亜鉛(ZnO) ナノ粒子塗布型光デバイスの作製に関する研究を行ってきた^[1]。しかし、従来の DC アークプラズマ法を用いたガス中蒸発法では、電極の消耗によって生成条件が変化することや電極のカーボンが不純物として粒子内に混入することにより p 型粒子生成の歩留まりが低下する問題があった。そこで本研究では、無電極プロセスであり、DC アークプラズマ法に比べて各種化合物半導体の生成、ドーピング等の制御が可能である高周波熱プラズマ法^[2]による窒素ドーピング ZnO ナノ粒子の生成を試みた。

生成条件としては周波数 3.5 MHz, 出力 30 kW, チャンバー圧力 150 Torr とし、プラズマの発生にはアルゴンガス 10 L/min, 乾燥空気 70 L/min を用い、亜鉛粉末(100~180 μ m)の供給速度を 0.1~1.5 g/min と変化させ窒素ドーピング ZnO ナノ粒子の生成を行った。窒素・酸素同時分析(HORIBA EMGA-830)の結果、亜鉛粉末の供給速度が 0.25 g/min の時に窒素濃度は最も高くなり 0.83 wt% となった(図 1)。この値は従来技術^[3]の値と比較して約 5 倍の値であり、高濃度に窒素をドーピングすることがわかった。また、X 線回折測定の結果より ZnO の 100, 002 及び 101 面に由来する回折線からそれぞれの垂直方向の結晶子サイズを Scherrer の式より算出した(図 2)。解析の結果、亜鉛粉末の供給速度の増加と共に結晶子サイズが大きくなっていることがわかった。

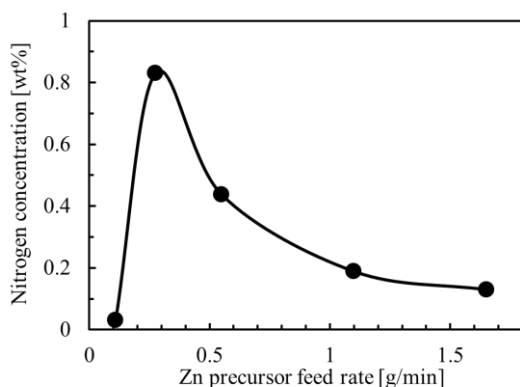


図 1 窒素濃度の亜鉛粉末供給量依存性。

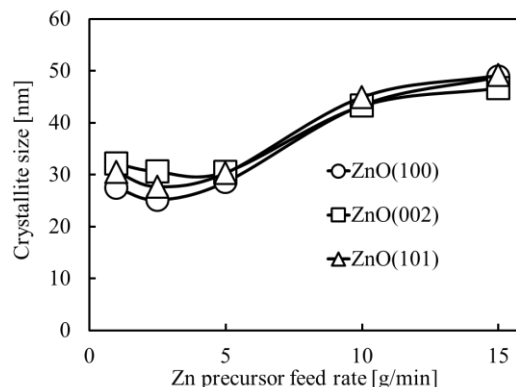


図 2 結晶子サイズの亜鉛粉末供給量依存性。

[1] Yasuhisa Fujita et al., Phys. Status Solidi C 11, No. 7–8, 1260–1262 (2014).

[2] M. I. Boulos et al., Fundamentals and Applications Vol.1, New York : Plenum press (1994).

[3] 藤田恭久, "酸化亜鉛超微粒子および酸化亜鉛超微粒子の製造法", 特許第 4072620 号.