

RF 熱プラズマ法により生成した窒素ドーパ酸亜鉛ナノ粒子の PL 特性

PL properties of nitrogen doped ZnO nanoparticles by using RF thermal plasma

○平儀野 雄斗¹、清山 拓史¹、阿部 耕介¹、Jie Lin²、吉田 俊幸¹、藤田 恭久¹

(1. 島根大院総理, 2. 島根大戦略的研究推進センター)

○Yuto Hiragino¹, Hirohumi Seiyama¹, Kosuke Abe¹, Jie Lin², Toshiyuki Yoshida¹, Yasuhisa Fujita¹

(1. Grad.Sch., Shimane Univ., 2. Proj.Cntr., Shimane Univ)

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

島根大学ではガス中蒸発法により生成した窒素ドーパ ZnO ナノ粒子を用いて低コスト塗布型光デバイスの開発を行ってきた^[1]。更に、近年ではガス中蒸発法に比べて、量産性や高歩留などの利点を有する高周波(RF)熱プラズマ法により窒素ドーパ ZnO ナノ粒子の生成を行っている。しかし、RF 熱プラズマ法により生成した粒子を用いて作製したデバイスは従来のものと同等の発光特性を示すもののリーク電流が大きいことや再現性に問題がある。そこで、本研究では高周波熱プラズマ法により生成した窒素ドーパ ZnO ナノ粒子の評価を低温フォトルミネッセンス(PL)測定により行った。

生成条件としては、高周波出力 30 kW, チャンバー圧力 400 Torr とし、高周波熱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 を使い、亜鉛粉末(Nilaco : 100~180 μ m)の供給速度を 15 g/min とし、窒素ドーパ ZnO ナノ粒子の生成を行った。測定資料は ZnO ナノ粒子とエタノールの混合液を石英基板上に塗布し、その後 24 時間真空中にて乾燥させた。測定資料の比較としてガス中蒸発法により生成した窒素ドーパ ZnO ナノ粒子及び単結晶 ZnO 基板(SurfaceNet GmbH)を用いた。測定には He-Cd レーザー(325 nm)光源を用いて PL 特性の評価を行った。また、今回の測定は励起光源の照射スポット(Φ 0.1 mm)がナノ粒子サイズ(100~300 nm)よりも大きいので、得られる PL スペクトルは複数のナノ粒子からの発光の平均であると考えられる。

図 1 に 10 K におけるそれぞれの PL 測定の結果を示す。どの資料においても、ドナー束縛励起子(D_0X)発光に由来する 3.365eV^[2]のピークが確認された。

更に、窒素ドーパ ZnO ナノ粒子においては 3.31 eV 付近にピークを確認することができ、これらはこれまでの報告からアクセプター束縛励起子(A_0X)^[3]または伝導体-アクセプター準位間(e, A^0)^[4]発光由来のピークであると考えられる。以上のことから高周波熱プラズマ法により生成した窒素ドーパ ZnO ナノ粒子においてもアクセプターに由来するピークを確認することができた。しかし、 A_0X または(e, A^0)発光に由来するピーク強度が D_0X に比べて小さいことから、p 型粒子に比べて n 型粒子が多く含まれており、このことがデバイス化した際のリーク電流の増加に寄与していると考えられる。

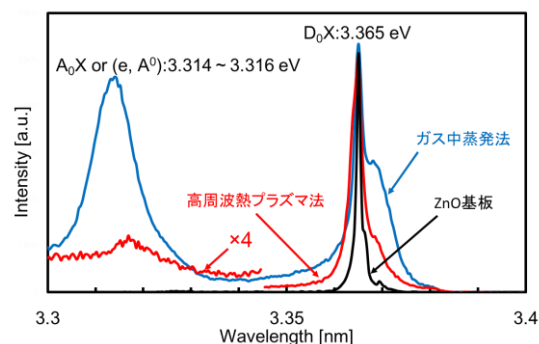


図 1 PL spectra at 10 K of nitrogen doped ZnO nanoparticles and ZnO single-crystal substrate.

本研究はJSPS 科研費 25630150 の助成を受けたものである。

- [1] Yasuhisa Fujita et al., Phys. Status Solidi C **11**, No. 7–8, 1260–1262 (2014).
- [2] D. C. Look et al., Phys. Rev. Lett. **95**, 225502 (2005).
- [3] M. Schirra et al., Phys. Rev. B **77**, 125215 (2008).
- [4] D. C. Look et al., Appl. Phys. Lett. **81**, No. 10, 2 (2002).