

高繰り返し KrF エキシマレーザーによる P-implanted ZnO ナノロッドの ポストアニール

Application of High Repetition Rate KrF Excimer Laser to Post Annealing Process of P-implanted ZnO Nanorods

九州大学システム情報科学府¹下垣 哲也^{○1}, 大藤 太平¹, 鉄山 紀弘¹, 岡崎 功太¹, 東畠 三洋¹,
池上 浩¹, 中村 大輔¹, 浅野 種正¹, 岡田 龍雄¹

Information Science and Electrical Engineering, Kyushu Univ.

T. Shimogaki^{○1}, T. Ofuji¹, N. Tetsuyama¹, K. Okazaki¹, M. Higashihata¹, H. Ikenoue¹, D. Nakamura¹,
T. Asano¹, and T. Okada¹

E-mail: shimogaki@laserlab.ees.kyushu-u.ac.jp

酸化亜鉛 (ZnO) は 3.37 eV の広いバンドギャップエネルギーを持ち、励起子束縛エネルギーが 60 meV と大きい、近紫外発光素子の新しい材料として注目を受けている。しかし、ZnO の安定した p 型化の手法はいまだ確立されていない。本研究では、単結晶 ZnO ナノロッドに対してアクセプタイオンの注入を行い、高繰り返しレーザーを用いたポストアニール処理を施すことで p 型 ZnO の作製を狙っている。

実験では、まずナノ微粒子支援レーザー堆積 (NAPLD) 法を用いてサファイア基板上に単結晶 ZnO ナノロッドを作製した。その後、作製した ZnO ナノロッドに対して P イオンを注入し、その注入深さの測定と表面形態及び光学特性の変化を SEM および CL、PL 測定にて評価した。その後、KrF エキシマレーザー照射によるポストアニールを行い、アニール処理後の光学特性を測定した。レーザー照射条件はフルエンス 150-280 mJ/cm²、繰り返し周波数 20-1500 Hz で変化させ、各条件における光学特性の変化を評価した。注入前の PL ではバンド間遷移の鋭いピークと欠陥準位由来の弱い可視光が見られていたのに対し、イオン注入後はすべての波長領域で PL 発光が失われた。このサンプルに対し、レーザー繰り返し周波数を 1000 Hz に固定し、フルエンスを変化させながらレーザーアニールを行った ZnO ナノロッドの PL スペクトルを FIG.1 に示す。レーザーアニール処理を施すことでバンド端由来の近紫外発光のみ回復し、200 mJ/cm² が最も強く回復した。これを受けてフルエンスを 200 mJ/cm² に固定し、繰り返し周波数 20、100、1000、1500 Hz の各条件でレーザーアニール処理を行なった。各繰り返し周波数条件における ZnO ナノロッド側面の CL 像 (FIG.2) から、1000 Hz 以上の繰り返し周波数において、吸収長より深い領域まで光学特性が回復していることが分かった。

以上の結果から、高繰り返しレーザー照射による P-implanted ZnO ナノロッドの深さ方向へのポストアニール効果を確認した。今後は、本手法を用いた ZnO ホモ pn 接合 LED の試作を行い、電気特性および光学特性の評価を試みる。

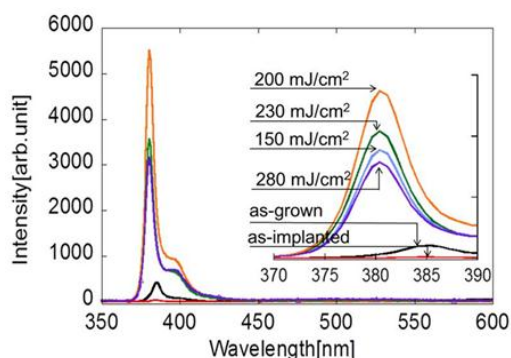


FIG.1 as-grown と as-implanted ZnO ナノロッド及びポストレーザーアニール(1000Hz, 100shot)後の ZnO ナノロッドにおける PL スペクトル

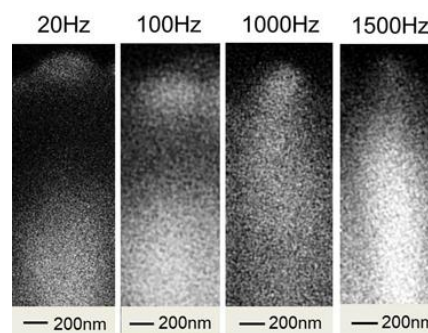


FIG.2 ポストレーザーアニール(100shot, 200mJ/cm²)後の ZnO ナノロッド側面の CL 像