

レーザードーピングによる Sb ドープ ZnO ナノロッドの作製と光学特性

Fabrication and optical properties evaluation of the Sb-doped ZnO nanorods by UV laser doping

九州大学大学院システム情報科学府, °大藤 太平, 下垣 哲也, 岡崎 功太, 東畠 三洋

池上 浩, 中村 大輔, 岡田 龍雄

Kyushu Univ. , °T.Ofuji, T.Shimogaki, K.Okazaki, M.Higashihata, H.Ikenoue, D.Nakamura, T.Okada

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

1. はじめに

ZnO は 3.37eV の広いバンドギャップを持つ II-VI 属化合物半導体であり, 室温で 60meV と極めて高い励起子束縛エネルギーを持つことから高効率な紫外発光素子への応用が期待されている. ZnO を発光素子として用いる際には pn 接合が必要不可欠となるが, ZnO は酸素欠陥の存在により強い n 型半導体の性質を示すため p 型 ZnO の作製が困難であり, 現在 p 型 ZnO の実現のための研究が盛んに行われている. 本研究では, ZnO ナノロッド(NRs)の p 型化を目指しアンチモン(Sb)を蒸着したサンプルへのレーザードーピングを行い, レーザードーピング前後の光学特性の評価を行った. また, 本手法を用いて ZnO ホモ接合ダイオードの試作を行い, その電気特性を調査した.

2. ZnO NRs への Sb レーザードーピングと光学特性

ZnO NRs の作製には, 我々の研究室独自の結晶成長法であるナノ微粒支援レーザー堆積(NAPLD: Nano-particle Assisted Pulsed Laser Deposition)法を用いた. その後, ZnO NRs 表面に Sb を蒸着して KrF エキシマレーザーを照射することで ZnO NRs 内に Sb をドーピングする. この時のレーザー照射フルエンスは 190mJ/cm², 照射回数は 1000pulses/location とした. レーザードーピング前後の蛍光 (PL) 特性を測定したものを Fig.1 に示す. レーザードーピング前の ZnO NRs の PL は 380nm 付近のバンドギャップに起因する発光が大部分を占め, 欠陥由来の可視光での発光がほとんどないことから欠陥の少ない結晶であることが伺える. Sb 蒸着後に紫外領域での発光が減少しているが, レーザードーピングを施すことで紫外領域での発光が 13%回復した. これは, 蒸着した Sb が励起光と ZnO NRs からの PL を妨げていたのに対し, レーザー照射により蒸着された Sb の一部は蒸発し, 一部の Sb は ZnO NRs 内に取り込まれることで PL が回復したものと考えられる.

3. ZnO ホモ接合ダイオードの試作

基板上に作製した ZnO NRs の一部にレーザードーピングを施すことで pn 接合を形成し, ZnO ホモ接合ダイオードの試作を行った. 金蒸着針電極とタングステン針電極を用いて ZnO ホモ接合ダイオードの I-V 特性を測定した. Fig.2 に試作したダイオードの I-V 特性を示す. p-p,n-n 部はオーミックな特性であったのに対し, p-n 接合部では整流特性が確認されたことから, レーザードーピングにより ZnO NRs 内に Sb が取り込まれることで ZnO NRs の p 型化が実現できていると推測される. 現状では本サンプルからの EL 発光は測定できていないが, Sb 膜厚及びレーザードーピング条件の最適化を図り, Sb ドーピング前後の光学特性を評価していく予定である.

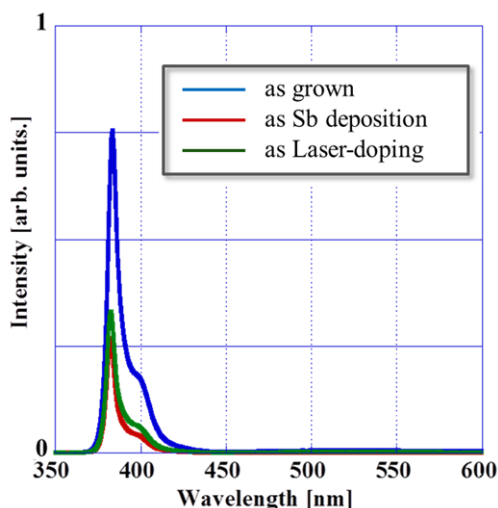


Fig.1 レーザードーピング前後の PL スペクトル

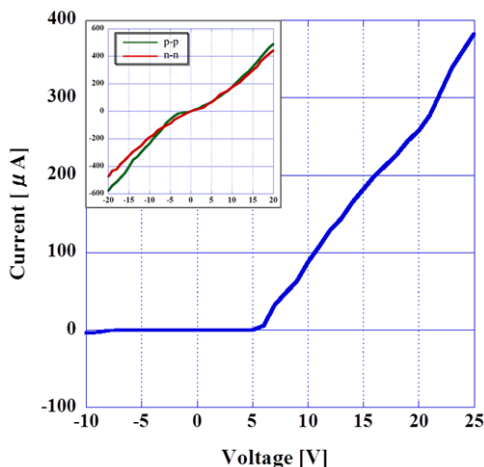


Fig.2 ZnO ホモ接合ダイオードの I-V 特性