

VLS 成長法による Si 基板上への Ga 添加 ZnO ナノワイヤの作製

Growth of Ga-Doped ZnO Nanowires on a Si Substrate by VLS Method

豊橋技術科学大学 °中根 孝弥、井川 翔太、石山 武

Toyohashi Univ. of Tech., °Takaya Nakane, Shota Igawa, Takeshi Ishiyama

E-mail: nakane@photon.ee.tut.ac.jp

【はじめに】 酸化物半導体である酸化亜鉛 (ZnO : Zinc oxide) は、室温で 3.37 eV のバンドギャップを有する直接遷移型であり、励起子結合エネルギーが 60 meV と大きく、室温 (熱エネルギー : 26 meV) での励起子の熱解離が低確率であるため、紫外発光デバイスを実現するための有望な材料である。そのため、結晶のナノサイズ化による高効率な発光素子への応用が期待されている。また、そのような光素子への応用に向けて、ZnO ナノ構造にキャリア不純物を添加することは重要である。そこで本研究では、VLS 成長法による Si 基板上への Ga 添加 ZnO ナノワイヤの作製を試み、そのナノワイヤ形状および発光特性へ Ga 添加が与える影響を調査した。

【実験方法】 ZnO ナノワイヤの作製は、ZnO、C および Ga₂O₃ 粉末を、金 8 nm 蒸着した Si 基板とともに石英管内に配置し、アルゴン雰囲気中で 30 分間熱処理することにより行った。作製条件の内、Ga₂O₃ 粉末の使用量とそれに伴う C 粉末の使用量を変化させ、電界放射型電子顕微鏡 (FE-SEM)、透過型電子顕微鏡 (TEM)、フォトルミネッセンス (PL) で評価した。

【結果】 Fig.1 に基板上に成長した ZnO ナノワイヤの FE-SEM 像を示す。示したナノワイヤの直径は 100 nm 程度であるが、原料に Ga₂O₃ 粉末を使用することで、径が増大する傾向にあることが分かった (Ga₂O₃ : 100 mg 時で 400 nm 程度の径を有する)。また、TEM による電子線回折測定から、作製した試料中の ZnO ナノワイヤは、いずれも (001) 方向に成長していることが分かった。次に、Fig.2 に Ga₂O₃ 粉末の使用有無により得られた両者の PL スペクトルを示す。Ga₂O₃ 粉末を用いて作製した試料 (Ga₂O₃ : 100 mg) では、波長 369 nm において非常に強いピークが観測された。これは、バンドギャップ中に新たに形成された Ga ドナー準位に束縛される励起子が増え、発光が増強したことに因る。

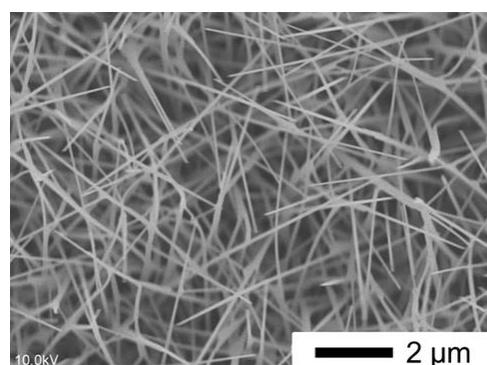


Fig.1 SEM images of ZnO nanowires grown on Si substrate

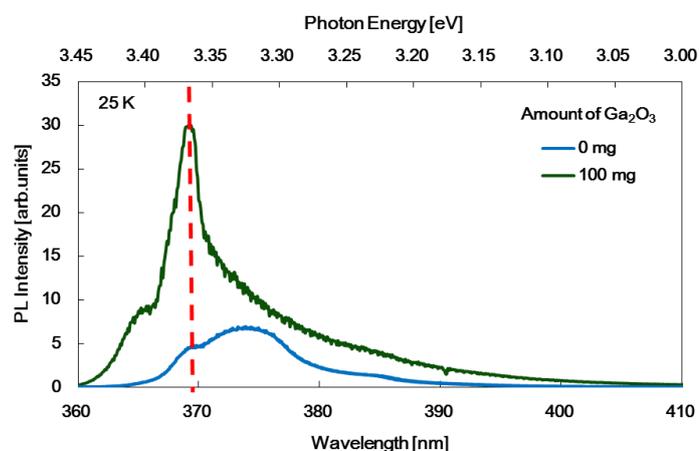


Fig. 2. PL spectra of ZnO NWs at 25K