

化学溶液析出法による ZnO ナノロッドの成長及び PEDOT:PSS との無機-有機ハイブリッドヘテロ接合

Growth of ZnO nanorods by chemical bath deposition
and their inorganic-organic hybrid heterojunctions with PEDOT:PSS

愛媛大院理工¹, 愛媛大工², 高知工科大総研³

○小原 翔平¹, 寺迫 智昭¹, 宮田 晃², 野本 淳一³, 山本 哲也³

Grad School Sci. & Eng., Ehime Univ.¹, Fac. of Eng., Ehime Univ.²,

Material Design Center, Research Institute, Kochi Univ. of Tech.³

°Shohei Obara¹, Tomoaki Terasako¹, Akira Miyata², Junichi Nomoto³, Tetsuya Yamamoto³

E-mail: e845006a@mails.cc.ehime-u.ac.jp

【序論】酸化亜鉛 (ZnO) は、資源が豊富かつ安価であり、3.37 eV のワイドバンドギャップ、透明導電性、圧電性、熱電性など様々な機能性を有し、多様な応用が期待されている。紫外線センサやガスセンサなどのセンシングデバイスもその一例であるが、これら表面を利用するデバイスにおいては、ナノ構造化に伴う比表面積の増大が性能向上に寄与することが報告されている [1]。これまでに多様な方法での ZnO ナノ構造成長が報告されているが、我々は化学溶液析法 (Chemical Bath Deposition, CBD) に注目している。CBD 法は、装置がシンプルかつ安価であり、100℃以下の比較的低温のプロセスであることから耐熱性の乏しい高分子基板上へのナノ構造成形など無機-有機ハイブリッドデバイス作製適応の潜在的可能性を有する。

我々は、これまでイオンプレーティング (IP) 法で作製した Ga 添加 ZnO (GZO) 薄膜シード層上へ CBD 法による ZnO ナノロッド (NRs) の成長と形態制御について報告してきた [2]。現在、ZnO との良質なショットキー接合の形成が報告されている PEDOT:PSS と CBD 法 ZnO NRs との無機-有機ハイブリッドヘテロ接合による紫外線受光デバイスへの応用を検討している。

【実験方法】シード層には、IP 法によりガラス基板上に堆積した 200nm 厚 GZO 薄膜を用いた。CBD 溶液には、硝酸亜鉛六水和物 (ZnNit) とヘキサメチレンテトラミン (HMT) を同一濃度で混合した水溶液を用い、バス温度 90℃で成長を行った。PEDOT:PSS 層は、回転速度 3000-4000 rpm、堆積時間 30 sec で、CBD ZnO NRs 上にスピンコーティング法によって堆積した後、大気中、80℃、20 min 間のアニーリングを施すことで作製した。PEDOT:PSS/ZnO NRs/GZO 構造の電流-電圧特性は、PEDOT:PSS 層表面と GZO 層間で測定している。300 mW キセノンランプからの白色光を分光して得た波長 365 nm の紫外光照射下での光電流測定も行っている。

【結果と考察】X 線回折 (XRD) 測定より、成長した全ての ZnO NRs の XRD パターンでは (002) ピークが支配的であり、基板面に対して c 軸が垂直に配向していることが明らかになった。走査型電子顕微鏡 (SEM) 観察より、成長時間に伴い平均長及び平均幅は増加し、成長時間 240 min においてそれぞれ~840 nm 及び~85 nm であることが明らかになった。フォトルミネッセンス (PL) スペクトルでは、~380 nm のバンド端 (NBE)

発光と酸素過剰の ZnO で観察される~600 nm にピークを持つブロードなオレンジ色 (OB) 発光とが共存していた。OB 発光強度と NBE 発光強度の比 (I_{OB}/I_{NBE}) は、成長時間 30 min と 240 min の試料で、それぞれ 2.5 及び 0.8 であり、ZnO NRs の成長時間に伴って OB 発光強度は減少していた。

ヘテロ構造断面の SEM 観察より、スピンコーティング法によって堆積された PEDOT:PSS 層の膜厚は~900 nm と求まった。PEDOT:PSS を GZO シード層上に直接堆積した PEDOT:PSS/GZO 構造においては、明確な整流特性が得られなかった。一方、Fig. 1 に示すように ZnO NRs が挿入された PEDOT:PSS/ZnO NRs/GZO 構造においては、整流特性が得られている。また、今回作製したヘテロ接合の幾つかにおいて光電流が観察されており、現在、デバイス作製条件と光電流の関係、光電流の応答特性等を検討している。

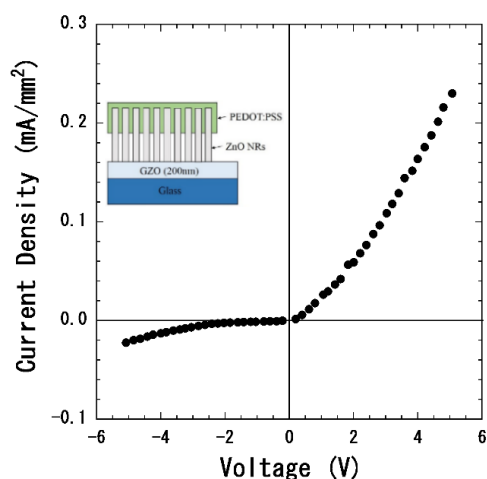


Fig. 1. Current density J - voltage V characteristic of a PEDOT:PSS /ZnO NRs/ GZO heterojunction. The inset shows a schematic diagram of a device structure.

【謝辞】本研究は、八洲環境技術振興財団および科学研究費補助金 (17K04989) の助成のもと行われた。

【参考文献】[1] K. S. Ranjith, R. T. Rajendra Kumar, Nanotech. 27 (2016) 095304. [2] 小原他, 第78回応用物理学会秋季学術講演会 8a-PA4-7.