

溶液成長 ZnO ナノロッドの成長異方性と電気特性

Anisotropic growth of ZnO nanorods and their electrical properties

物材機構¹, 筑波大², ハンガリー科学アカデミー³, °渡辺 健太郎^{1,2}, 呉 承俊¹, フォルク ヤ
ノシュ³, 長田 貴弘¹, 若山 裕¹, 関口 隆史¹

NIMS¹, Univ. of Tsukuba², MFA³, °Kentaro Watanabe^{1,2}, Seungjin Oh¹, János Volk³, Takahiro
Nagata¹, Yutaka Wakayama¹, Takashi Sekiguchi^{1,2},

E-mail: WATANABE.Kentaro@nims.go.jp

背景: ZnO はウルツ鉱構造の直接遷移型半導体($E_g=3.37\text{eV}$)であり、極性(c 軸)方向に高い圧電性を示すため、発光デバイスや圧電デバイス(応力センサ、アクチュエータ、発電体)へ応用されている。Si 基板上に Si 電子素子と ZnO ナノワイヤ発光/受光素子・圧電素子を組み込んだ、NEMS への応用には、常圧・低温下で ZnO ナノ構造を Si 基板上にエピタキシャル成長可能な、溶液成長法が適するが、その結晶品質改善が課題である。ZnO ナノ構造の溶液成長条件とその形状との相関を SEM 像から粗視的評価した報告は多数見られるが、成長機構の詳細は良くわかっていない。前回、結晶内の不純物・点欠陥濃度が成長面方位に依存することを利用して、カソードルミネセンス(CL)法で ZnO ナノロッドの成長方位ドメイン(+c 面成長/ m 面成長)を可視化できること(図)、成長窓サイズとナノロッド寸法との相関を評価した [1]。また、溶液成長 ZnO ナノ構造 1 個のピエゾ応答は検出出来ていないが、残留キャリア濃度の低減がカギと思われる。今回、①溶液成長モデルを構築すること、我々の低温ナノプローブ CL 装置を用いて、②プローブ電極による単一 ZnO ナノロッドの電気特性評価・温度依存 CL 発光スペクトル評価から不純物・点欠陥の濃度や活性化エネルギーの知見を得ること、③EBIC 測定等による転移・積層欠陥の空間分布の評価、④プローブ圧子によるピエゾ電荷の検出、を目標とした。

試料作製: ZnO(0001)基板上にフォトレジスト膜を形成後、電子ビーム描画で直径の異なる($D_0=100\sim 500\text{nm}$)穴を開けて成長窓とし、 85°C の硝酸亜鉛・ヘキサメチレンジアミン等モル混合溶液(8mMol)中に 3.5 時間浸して、ZnO ナノロッドをホモエピタキシャル成長させた。溶液成長 ZnO ナノロッドは頂面(+c 面)と 6 つの側面(m 面)から成り、長さ $3\mu\text{m}$ 程度であった。

試料評価: 室温下の ZnO ナノロッドでは、+c 面成長領域で 3.28eV のバンド端再結合発光が支配的であるが、 m 面成長領域では他に強い 3.18eV の束縛励起子発光が見られる。この 3.18eV 発光は 220K 以下で弱まった。また、プローブ電極をナノロッド+c 面上に置いた場合とナノロッド除去跡に置いた場合で $I-V$ 測定を行った。差分でナノロッドの電気特性を評価した結果、室温と 10K で違いが見られた。詳細は本講演で紹介する。

謝辞: 本研究は、科研費若手研究(B)[23760022]の助成を受けたものです。

[1] 渡辺 健太郎, 他, 『春季<第 60 回>応用物理学会』, 28p-PA6-5, 神奈川工科大学, 2013 年 3 月。

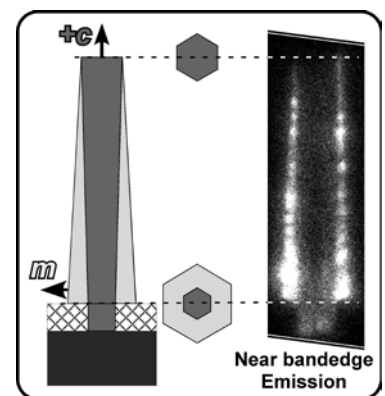


図 ZnO ナノロッドの
成長方位ドメインと CL 像