

# 大気圧 CVD 法による $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ナノ構造の成長とフォトルミネッセンス特性

## Atmospheric-pressure CVD Growth of $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Nanostructures and

## Their Photoluminescence Properties

○寺迫 智昭<sup>1</sup>、大森 裕也<sup>2</sup>、河崎 雄樹<sup>2</sup>、佐伯 拓哉<sup>2</sup>、門田 直己<sup>2</sup>、宮田 晃<sup>2</sup>、矢木 正和<sup>3</sup>

(1. 愛媛大院理工、2. 愛媛大工、3. 香川高専)

○Tomoaki Terasako<sup>1</sup>, Yuya Ohmori<sup>2</sup>, Yuki Kawasaki<sup>2</sup>, Takuya Saeki<sup>2</sup>, Naoki Monden<sup>2</sup>,

Akira Miyata<sup>2</sup>, Masakazu Yagi<sup>3</sup>

(1. Grad. School Sci. Eng., Ehime Univ., 2. Fac. Eng., Ehime Univ., 3. Natl. Inst. Technol., Kagawa Coll.)

E-mail: terasako.tomoaki.mz@ehime-u.ac.jp

**1. 序論**  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は、 $\sim 4.9$  eV のバンドギャップエネルギーを有し、パワーエレクトロニクスデバイス、紫外光検出器、ガスセンサ、蛍光体など様々な応用が期待されている材料である。近年、材料のナノ構造化による各種デバイスの高性能化や高集積化が期待されている。特にガスセンサ応用においては、擬一次元ナノ構造化に伴う結晶粒サイズの低下がセンシング性能の大幅な向上に寄与すると期待されている[1]。ナノワイヤー(NWs)やナノロッド(NRs)のデバイス応用には、そのサイズ及び形状制御が必須であると言える。

本講演では、ガリウム(Ga)と水(H<sub>2</sub>O)を原料に用いた大気圧 CVD(AP-CVD)法での触媒金属を介した気相-液相-固相(VLS)成長機構による  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ナノ構造成長と形状制御の可能性とフォトルミネッセンス(PL)特性について報告する。

**2. 実験方法** 基板には *c* 面サファイアを用い、触媒となる Au 薄膜はスパッタリング法によって堆積した。Ga 原料にはビーズ状 Ga (純度 6N) 及び O 原料にはフィルタ式純水器で精製した純水(H<sub>2</sub>O)を用いた。CVD 用電気炉は 1 ゾーン横型抵抗加熱式電気炉であり、Ga ビーズの気化及び基板の加熱を行った。H<sub>2</sub>O は電気炉とは別に設けた蒸発器で気化され、窒素キャリアガスで反応管内へ輸送された。成長したナノ構造は、X 線回折(XRD)測定、走査型電子顕微鏡(SEM)観察、PL 及び PL 励起スペクトルによって評価した。

**3. 実験結果と議論** 成長した試料の XRD パターンでは、基板のサファイア及び触媒に用いた Au の XRD ピーク以外はすべて  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> で指数付け可能であった。SEM 観察からは、成長温度によって NRs, ニードル状 NRs, NWs 及びナノベルト(NBs) など多様な形状のナノ構造の成長が確認された。これらの構造の多様性には、昇温時の隣接 Au ナ

ノ粒子間の合体による粒径の肥大[2]や VLS 機構と気相-固相(VS)機構の競合[3]が関連すると推測される。VS 機構の寄与の可能性は、NRs の直径が成長時間とともに増加することで確認された。

Fig. 1 には、一例として Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> NWs の PL スペクトルを示す。 $\sim 370$  nm (UB)の自己束縛励起子の再結合による紫外線発光[4]、 $\sim 470$  nm (BB)の酸素空孔(V<sub>O</sub>)ドナーとガリウム空孔(V<sub>Ga</sub>)もしくは V<sub>O</sub>-V<sub>Ga</sub> 複合欠陥アクセプタが関与するトンネルアシステッド・ドナー・アクセプタ対発光[4]及び  $\sim 530$  nm (GB)の外因性不純物の関与が指摘されている緑色発光からなっている[5]。これらの三種類の発光の相対強度は成長条件、すなわちナノ構造の形状によって異なっていた。

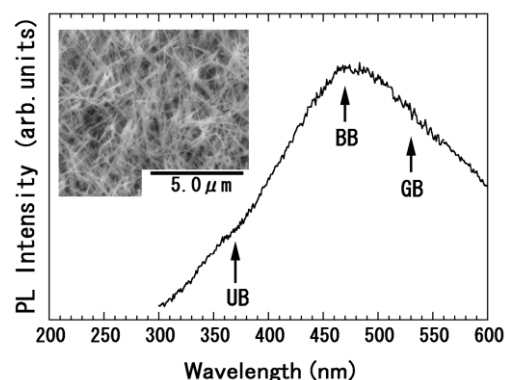


Fig. 1. PL spectrum from Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanowires (NWs). The inset shows a SEM image of the NWs.

**謝辞** 本研究は、科学研究費補助金（課題番号：26390029）の助成のもと行われた。

**参考文献** [1] E. Comini, *Analytica Chimica Acta* **568** (2006) 28. [2] Y. Yan *et al.*, *J. Phys. Chem. C* **112** (2008) 10412. [3] J. Johansson, *Nature Nanotech.* **12** (2007) 534. [4] L. Binet, D. Gourier, *J. Phys. Chemm Solids* **59** (1998) 1241. [5] K. Shimamura *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **92** (201914) art. no. 201914.