熱処理に伴う β-Ga_2O_3 の物性および表面構造の変化

Changes of property and surface structure of β-Ga_2O_3 through thermal treatment.

中谷 将大，陳 蕾，岡田 有史，Romualdo A. Ferreyra，上田 大助，角野 広平（京工繊大）

°Masahiro Nakatani, Lei Chen, Arifumi Okada*,

Romualdo A. Ferreyra, Daisuke Ueda, and Kohei Kadono (Kyoto Inst. Tech.)

*E-mail: aokada@kit.ac.jp

【はじめに】ワイドギャップ β-Ga_2O_3 (E_g = 4.8 eV) はドーパントによる導電性の制御が可能であり、パワーデバイスや LED などのデバイスとしての利用が期待される[1]．我々はこれまでに，β-Ga_2O_3 に熱処理を行うと試料の変色や導電性の消失が起こることを見出してきた. 熱処理で試料の色や導電性などのバルクの物性に加えて，表面構造の変化も顕著に起こる[2]．このような光透過性や導電性、表面構造などの変化は Ga_2O_3 を用いたデバイスの用途や品質に大きな影響を与える．本研究では、Ga_2O_3 結晶についてバルク物性および表面構造の変化を系統的に調べる．

【実験】Sn ドープ β-Ga_2O_3($\bar{2}01$)のウエハを切り出して試料とした．熱処理は大気雰囲気の電気炉を用い，試料を炉内に直接配置，またはロータリーポンプで真空排気したガラスカプセル中に封入し配置して行った．熱処理温度は 600℃～900℃とした．表面構造観察は大気中原子間力顕微鏡(AFM)を用いて行った．結晶内の各元素の化学状態は X 線光電子分光法(XPS)を用い，結晶構造や偏析のチェックは X 線回折法(XRD)を用いて行った. また紫外線励起のフォトルミネッセンス(PL)を測定することでバルク物性を調べた.

【結果・考察】As-cut 試料は青色であるが、大気中に直接配置して 900℃，10 h 熱処理した試料は白色に、ガラスカプセル中で 900℃，6 h 熱処理した試料では黒色に変化する傾向が見られた．Fig. 1(a)(b)に白色化および黒色化した試料の AFM 像を示す．白色化した試料では表面のステップの方向が[010]方向に沿ったものとなり，その高さは 10 nm 程度となった．Fig. 1(c)に PL スペクトルを示す．白色化した試料では約 520 nm にピークを持つ発光が観測された．この発光には化学状態の異なる Sn ドーパントが寄与していると考えられる[3]. XPS 測定においても一部の試料にいくつかの元素のピークシフトが観測され，化学状態の変化が示唆された．いずれの試料でも XRD 測定では母相以外の物質は検出限界以下であった．

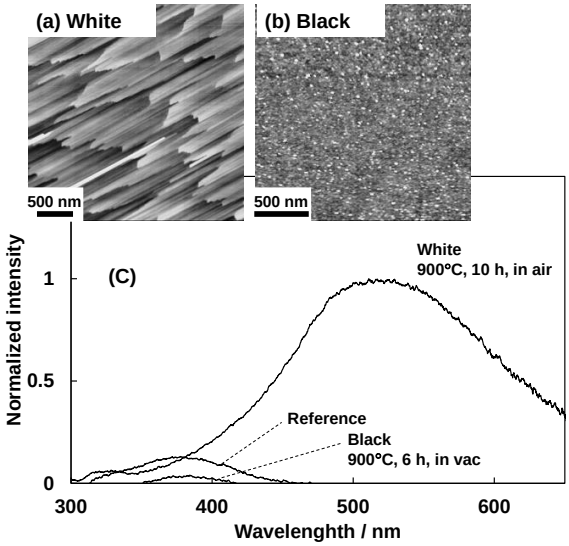

Fig. 1 (a) (b) AFM images of white and black samples; (c) PL spectra.

Reference: [1] S. J. Pearton et al., App. Phys Rev. 5, 011301(2018). [2]中谷他、第 65 回応用物理学会学術講演会予稿集(19p-P11-10). [3] Y. Usui et al., Mater. Res. Bull. 90, 266-272(2017).