

Sn: β 型酸化ガリウムのドーパント局所構造 II

Local structure of Sn dopant β Ga oxide II

兵庫県立大工¹, 奈良先端大², ノベルクリスタルテクノロジー³, タムラ製作所⁴ ○三木一司¹,
柳田健之², 佐々木公平³, 唐佳藝¹, 河口範明², 山腰茂伸⁴, 倉又朗人³

Univ. Hyogo¹, NAIST², Novel Crystal Tech.³, Tamura Corp.⁴, °K. Miki¹, T. Yanagida², K. Sasaki³, Y.
Tang¹, N. Kawaguchi², S. Yamakoshi⁴, A. Kuramata³

E-mail: miki@eng.u-hyogo.ac.jp

β 型酸化ガリウムは新パワーデバイス材料として注目を浴びている。バンドギャップが 4.9eV と高く、絶縁破壊電界が 8MV/cm と予想されている為、ダイヤモンドを除けばパワーデバイスとして最も理想的な材料である。既に n 型ドーパントとして Sn 及び Si が $10^{21}/\text{cm}^3$ 程度までドーピングできることが分かっており、インバータ用のショットキーダイオードが商品化されようとしている。

β 型酸化ガリウムは酸素中高温アニールにより n 型ドーパントが不活性化することが分かっており [1, 2]、デバイス実用化を考えれば、この不活性化の機構を知っておきたい。不活性化は酸素中で 1100°C 1 時間以上行くと表面層に生じる。通常、酸化物は酸素欠損を無くすために酸素中でのアニールが想定されるのに、欠損除去以外の効果があることになる。この不活性化は窒素アニールでは生じず、酸素アニールで生じた不活性化は窒素アニールで回復する。最近、我々はこの不活性化の機構解明の為に、この特異構造の局所構造を直視する為に蛍光 X 線ホログラフィーの計測を、SPRING-8, BL13XU で行った。その際、X 線照射による発光が、不活性化した試料で見られ、電気的に活性な n 型試料では発光が生じないことを偶然発見した。つまり、Sn ドーパント由来の特異構造が酸素アニールと窒素アニールでは変遷しており、一方が電気的に活性で n 型になり、他方はシンチレータ機能を獲得している事を意味している。この発見後、Sn ドープ酸化ガリウムはシンチレータ材料としても注目されている [3] ことを知った。

図 1 は X 線を照射時の発光スペクトルを、EFG 法で結晶成長し酸素中、窒素中で高温アニールした Sn ドープの β 型酸化ガリウム [4]、FZ 法で結晶成長し、アニール無しの Sn ドープの β 型酸化ガリウム [5] で測定したものである。酸素中でアニールした試料 (Sample #1) が他の試料と全く異なるスペクトルを持ち、可視光域に多くの発光ピークを持つことが分かった。

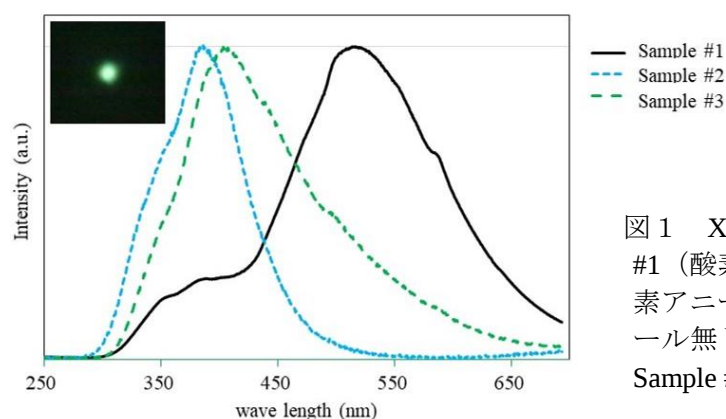


図 1 X 線照射時の発光スペクトル: Sample #1 (酸素アニール) (黒線)、Sample #2 (窒素アニール) (青線)、Sample #3 (FZ、アニール無し) (緑線)。挿入図: X 線照射時の Sample #1 からの発光を捉えた写真。

参考文献 [1] T. Oshima, et al., Jpn. J. Appl. Phys. 52 (2013) 051101.; [2] Z. Galazka, et al., J. Cryst. Growth 44 (2014) 184.; [3] Y. Usui, et al., J. Physics and Chemistry of Solids 117 (2018) 36-41; [4] A. Kuramata et al., Jpn. J. Appl. Phys. 55 (2016) 2002A2; [5] Y. Usui et al., J. Phys. Chem. Solids 117 (2018) 36.