

## エキシマレーザー照射による固相結晶化 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 薄膜における 構造及び光学特性への照射条件の影響

### Effect of excimer laser irradiation condition on solid phase crystallization, structure and optical property of $\text{Ga}_2\text{O}_3$ thin films

°内田啓貴<sup>1</sup>, 塩尻大士<sup>1</sup>, 福田大二<sup>1</sup>, 土嶺信男<sup>2</sup>, 小山浩司<sup>3</sup>, 金子 智<sup>4,1</sup>, 松田晃史<sup>1</sup>, 吉本 護<sup>1</sup>  
(1.東工大、2.(株)豊島製作所、3.(株)並木精密宝石、4.神奈川県産技セ)

°H. Uchida<sup>1</sup>, D. Shiojiri<sup>1</sup>, D. Fukuda<sup>1</sup>, N. Tsuchimine<sup>2</sup>, K. Koyama<sup>3</sup>, S. Kaneko<sup>4,1</sup>, A. Matsuda<sup>1</sup>, M. Yoshimoto<sup>1</sup>  
(1. Tokyo Inst. of Tech., 2. TOSHIMA Manu., 3. Namiki Precision Jewel, 4. Kanagawa Ind. Tech. Center)

E-mail: yoshimoto.m.aa@m.titech.ac.jp

**【緒言】** 酸化ガリウム( $\text{Ga}_2\text{O}_3$ )は広い 5 eV 程度のバンドギャップを持つ直接遷移型のワイドギャップ半導体である<sup>[1]</sup>。導電性の制御が可能であることから、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$  配向結晶性薄膜はパワーデバイスをはじめ、紫外光を利用した光電気素子などへの広い応用が期待される<sup>[2]</sup>。 $\text{Ga}_2\text{O}_3$  薄膜の作製においては、 $400^\circ\text{C}$  以上における結晶成長が報告されている<sup>[3]</sup>。より高品質なデバイスの構築には異種材料界面の原子拡散や粗大な結晶粒成長の抑制が重要であり、より低温における結晶成長プロセスが求められている。一方で、非晶質材料の固相結晶化、例えば非晶質 Si 薄膜の低温結晶化にはエキシマレーザーアニーリング(ELA)も広く利用されており<sup>[4]</sup>、光子エネルギーが高いためワイドギャップ材料への適用が期待できる。本研究では、紫外パルスレーザー照射による  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  低温結晶化における核形成と形成相の制御を目的として、薄膜堆積および入射光路を含めたレーザー照射条件の影響について検討した。

**【実験及び結果】** 非晶質  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  の前駆体薄膜はパルスレーザー堆積(PLD)法を用いて作製した。KrF エキシマレーザー( $\lambda=248$  nm、パルス幅 20 ns)と  $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$  焼結体ターゲットを使用し、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  (0001)基板上に非晶質  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  薄膜を堆積した(膜厚: 40 nm)。成膜雰囲気は希薄  $\text{O}_2$  ( $1.0 \times 10^{-5}$  Torr)、基板温度は室温( $\sim 20^\circ\text{C}$ 、非加熱)とした。その後、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$  非晶質薄膜の表面に、KrF エキシマレーザーを  $100\text{--}250$   $\text{mJ}/\text{cm}^2$  のエネルギー密度で集光せずに大気中、室温で照射した。得られた薄膜の構造を反射型高速電子線回折法と X 線回折法により評価した結果、いずれのエネルギー密度でも  $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$  {201}配向結晶化がみられた。図 1(a)は成膜直後および結晶化させた  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  薄膜の紫外可視透過スペクトルである。測定波長全域において、ELA のエネルギー密度の増大につれて透過率が上がり、なかでも  $250$   $\text{mJ}/\text{cm}^2$  で照射した配向膜は成膜直後の膜よりも高い透過率が得られた。図 1(b)は透過率から求めた  $\text{Tauc}$  プロットである。ELA のエネルギー密度を上げたことで大きなアニーリング効果が得られ、結晶性、配向性が向上し光学的バンドギャップの値が単結晶値に近づいたことが確認された。非晶質  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  薄膜の堆積条件やレーザー照射方向、基板結晶面などが結晶成長におよぼす影響の検討についても報告する。

[1] M. Orita, et al., Appl. Phys. Lett. **77** (2000) 4166.

[2] M. Higashiwaki, et al., Appl. Phys. Lett. **100** (2012) 013504.

[3] T. Oshima, et al., Jpn. J. Appl. Phys. **46** (2007) 7217.

[4] T. Sameshima, et al., IEEE Electron Device Lett. **EDL-7** (1986) 276.

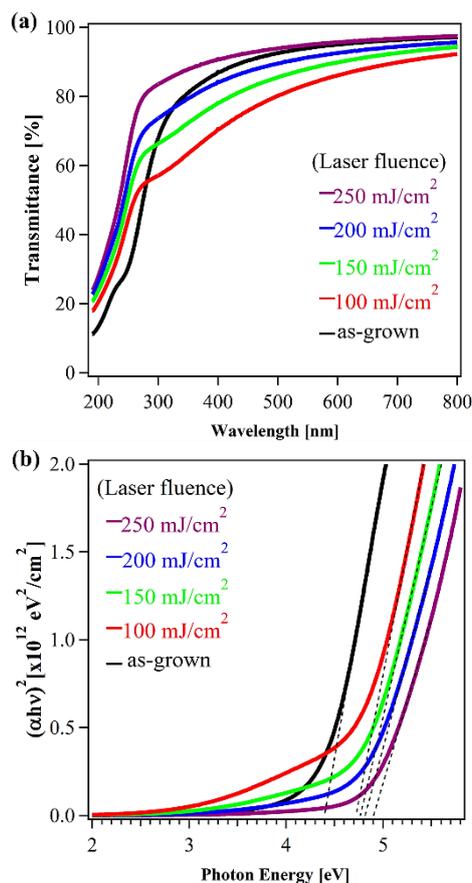


図 1 成膜直後(as-grown) および ELA 後の配向結晶化  $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$  薄膜における (a)紫外可視吸収スペクトル、および (b) $\text{Tauc}$  プロット。