

PLD 法による  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  薄膜結晶成長に及ぼす雰囲気及び温度依存性Influence of atmosphere and temperature on crystallization of PLD grown  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  thin films(東工大<sup>1</sup>, (株)豊島製作所<sup>2</sup>, (株)アプロ<sup>3</sup>, 大阪工大<sup>4</sup>, 神奈川県産技センター<sup>5</sup>)○塩尻大士<sup>1</sup>, 吉田 彬<sup>1</sup>, 土嶺信男<sup>2</sup>, 小粥啓子<sup>3</sup>, 淀 徳男<sup>4</sup>, 金子 智<sup>5,1</sup>, 松田晃史<sup>1</sup>, 吉本 護<sup>1</sup>Tokyo Inst. of Tech.<sup>1</sup>, TOSHIMA Manu. Co., Ltd.<sup>2</sup>, APCO Ltd.<sup>3</sup>, Osaka Inst. of Tech.<sup>4</sup>, Kanagawa Ind. Tech. Center<sup>5</sup>○D. Shiojiri<sup>1</sup>, A. Yoshida<sup>1</sup>, N. Tsuchimine<sup>2</sup>, K. Ogai<sup>3</sup>, T. Yodo<sup>4</sup>, S. Kaneko<sup>5,1</sup>, A. Matsuda<sup>1</sup>, M. Yoshimoto<sup>1</sup>

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

【緒言】  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  の高温相である  $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$  は、約 5 eV のバンドギャップを持つ深紫外領域まで透明なワイドギャップ半導体である。GaN や SiC などより大きなバンドギャップを有することから、その薄膜は紫外発光素子や大電流パワー素子などの電子デバイス応用だけでなく、紫外光の高エネルギーを利用した幅広い工学的応用が期待される。これらの  $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$  薄膜においては、良好な結晶性および表面や異種界面での平坦性や拡散の抑制が重要であるが、表面平坦性に有利な低温結晶成長に関する報告は数少ない。一方で、我々はこれまでに室温(基板非加熱、 $\sim 20^\circ\text{C}$ )における  $\text{Al}_2\text{O}_3$  薄膜のホモエピタキシャル成長について報告しており、原子ステップを有する超平坦サファイア r 面基板上への  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  薄膜 PLD 堆積において、基板表面における核生成サイトの制御、特に原子ステップ密度が薄膜成長に及ぼす影響を評価してきた<sup>1,2)</sup>。そこで、本研究では、 $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$  薄膜の低温エピタキシャル成長の達成を最終的な目標として、単結晶基板面や成長温度、雰囲気ガス圧などが  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  薄膜結晶成長に及ぼす影響について検討した。

【実験及び結果】  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  薄膜の作製には PLD 法を採用した。KrF エキシマレーザ( $\lambda=248\text{nm}$ 、エネルギー密度  $1.5\text{ J/cm}^2$ )および  $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$  焼結体ターゲットを使用し、 $10^{-4}\text{--}10^{-9}$  Torr の真空下、基板温度を  $\sim 20\text{--}700^\circ\text{C}$  として成膜した。テラス幅  $\sim 100\text{ nm}$  の c 面  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  基板上に室温で堆積させた薄膜は非晶質であったが、結晶化機構について調べるために電気炉で真空( $\sim 10^{-9}$  Torr)及び大気中で  $200\text{--}1000^\circ\text{C}$  で加熱し、結晶性と表面形状の変化について評価した。  $1000^\circ\text{C}$  で真空、大気熱処理した  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  薄膜の X 線回折(XRD)測定の結果、大気中で熱処理を施した薄膜のみ  $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$  の結晶化が観察された(Fig. 1)。また、  $1000^\circ\text{C}$  で大気熱処理した  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  薄膜の原子間力顕微鏡(AFM)像観察の結果、熱処理前に比べ薄膜表面が荒れており低温成膜の必要性が示唆された(Fig. 2)。本講演では他条件の製膜、熱処理による結晶成長についても報告する。

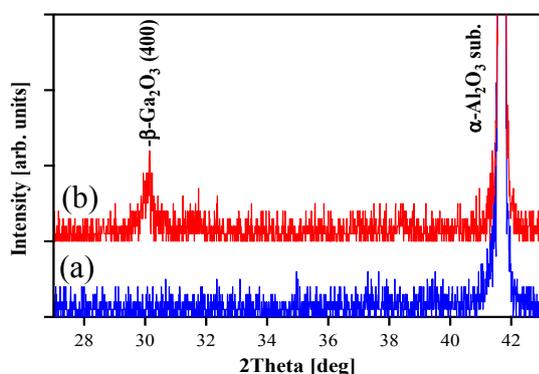


Fig. 1 XRD  $2\theta/\theta$  profiles of the  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  films after post-annealing at  $1000^\circ\text{C}$  (a) in UHV and (b) in air.

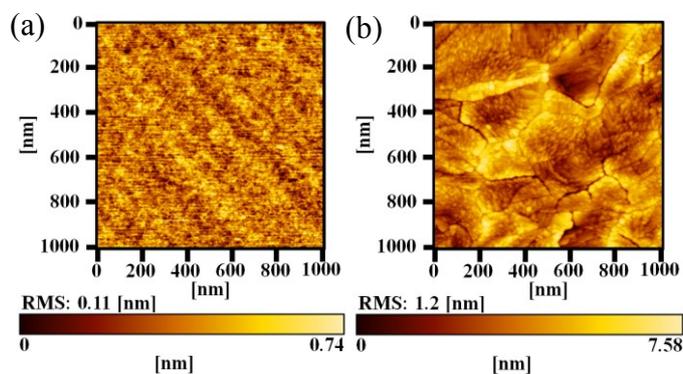


Fig. 2 AFM images of the  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  films (a) as deposited and (b) after post-annealing at  $1000^\circ\text{C}$  in air.

- 1) D. Shiojiri, R. Yamauchi, S. Kaneko, A. Matsuda, and M. Yoshimoto, J. Ceram. Soc. Jpn. **121** (2013) 467.
- 2) M. Yoshimoto, T. Maeda, T. Ohnishi, H. Koinuma, O. Ishiyama, M. Shinohara, M. Kubo, R. Miura, and A. Miyamoto, Appl. Phys. Lett. **67** (1995) 2615.