

## $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (100) 上に成長した $\beta$ -(Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜のバンドギャップ評価

### Evaluation of band-gap of $\beta$ -(Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> films grown on $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (100) substrates

東工大物質理工学院<sup>1</sup>, タムラ製作所<sup>2</sup>, 高エネ研<sup>3</sup>, 元素戦略<sup>4</sup> ○服部真依<sup>1</sup>, 若林諒<sup>1</sup>, 佐々木公平<sup>2</sup>,  
増井建和<sup>2</sup>, 倉又朗人<sup>2</sup>, 山腰茂伸<sup>2</sup>, 堀場弘司<sup>3,4</sup>, 組頭広志<sup>3,4</sup>, 吉松公平<sup>1</sup>, 大友明<sup>1,4</sup>

Tokyo Tech., Dept. Chem. Sci. Eng.<sup>1</sup>, Tamura Corporation<sup>2</sup>, PF-KEK<sup>3</sup>, MCES.<sup>4</sup>, M. Hattori<sup>1</sup>,

R. Wakabayashi<sup>1</sup>, K. Sasaki<sup>2</sup>, T. Masui<sup>2</sup>, A. Kuramata<sup>2</sup>, S. Yamakoshi<sup>2</sup>, K. Horiba<sup>3,4</sup>, H. Kumigashira<sup>3,4</sup>,  
K. Yoshimatsu<sup>1</sup>, A. Ohtomo<sup>1,4</sup>

E-mail: hattori.m.ag@m.titech.ac.jp

【はじめに】パワー半導体として注目されている  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> に関して,  $\beta$ -(Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> とのヘテロ接合のデバイス応用が盛んに検討されている.  $\beta$ -(Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> のバンドギャップ ( $E_g$ ) の組成依存性についてはすでに報告例があるが[1,2], 高 Al 組成における結晶性が乏しいといった課題がある. 今回  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (100) 基板上に成長した高結晶性薄膜の  $E_g$  ( $x$ ) について評価したので報告する.

【実験】パルスレーザ堆積法により,  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (100) 基板上に  $\beta$ -(Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜 ( $x = 0.19$ - $0.39$ ) を, 単結晶の  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> と  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ターゲットの打ち分けにより作製した. Al 組成はパルス数により制御し, オージェ電子分光法により評価した. 薄膜の結晶構造は X 線回折 (XRD) により評価した. また,  $E_g$  ( $x$ ) は反射型電子エネルギー損失分光 (REELS) を用いて測定した.

【結果】対称反射の XRD パターンから (Fig. 1),  $\beta$ -(Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜は  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (100) 基板上に  $\beta$ -gallia 構造を維持して成長したことが分かった. 600 回折の  $\omega$  スキャンの半値幅はいずれも 0.2° 程度と高結晶性であることを確認した. Fig. 2 に REELS によって決定した  $\beta$ -(Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜の  $E_g$  の Al 組成依存性を示す. Al 組成が増加するにつれて  $E_g$  が增大することが明らかになった. 講演では X 線光電子分光法による  $\beta$ -(Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> /  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (100)ヘテロ界面のバンドアライメント評価についても発表する予定である.

[1] Z. Fabi *et al.*, Appl. Phys. Lett. **105**, 162107 (2014).

[2] R. Schmidt-Grund *et al.*, J. Appl. Phys. **117**, 165307 (2015).

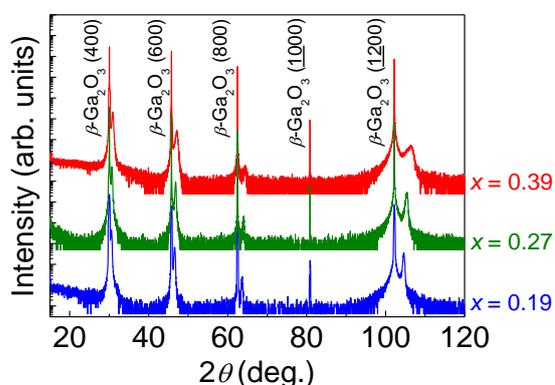


Fig. 1. Out-of-plane XRD patterns of the  $\beta$ -(Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> films grown on  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (100) substrates.

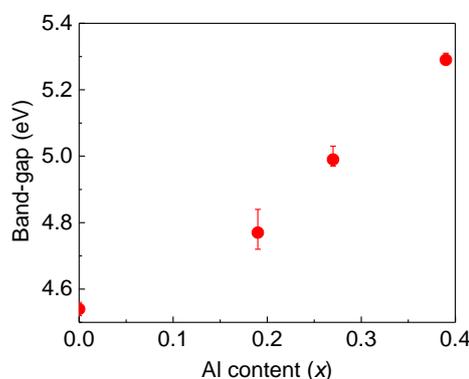


Fig. 2. Al content ( $x$ ) dependence of band gap of  $\beta$ -(Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> films.