

## 酸化ガリウムをベースとしたワイドギャップ酸化物半導体系

## Wide Band Gap Oxide Semiconductor System Based on Gallium Oxide

京大院工 ○藤田 静雄

Kyoto Univ., °Shizuo Fujita

E-mail: fujitasz@kuee.kyoto-u.ac.jp

III 価の金属 M の酸化物  $M_2O_3$  は多種存在する。Fig. 1 にこれらの禁制帯幅と M-O ボンド長を示す。結晶形は corundum、orthorhombic、bixbite とまた多様である。中でも  $Ga_2O_3$  は禁制帯幅約 5 eV のワイドギャップ半導体としての性質を持ち、深紫外光機能、高耐圧を活かす応用が期待される。

$Ga_2O_3$  はまた orthorhombic 構造の  $\beta$ - $Ga_2O_3$  基板が熔融法で育成できるという特徴を持つ。したがって、将来低コストの大面积基板が見込めること、 $Ga_2O_3$  は GaN や SiC より禁制帯幅が広く絶縁破壊電界が高いことが期待されることから、高耐圧パワーデバイスへの応用が注目され、 $\beta$ - $Ga_2O_3$  基板上的ホモエピ層を用いて、初期段階で優れた FET 特性が報告されている[1,2]。

他方、 $Ga_2O_3$  は準安定状態として corundum 構造の  $\alpha$ - $Ga_2O_3$  相が存在し、サファイア( $\alpha$ - $Al_2O_3$ )基板上に domain matching epitaxy により成膜する[3]。さらにバッファ層の利用によってサファイア基板上に corundum 構造の  $\alpha$ - $In_2O_3$  も成膜できる[4]。このことから、Fig. 1 の網掛け部分である四元混晶  $\alpha$ -(Al,Ga,In) $_2O_3$  による band gap engineering が可能と考えられる。これにより、各種ヘテロ構造の作製とデバイス応用が期待される。われわれはこれまでに、 $\alpha$ -(Al,Ga) $_2O_3$  混晶および  $\alpha$ -(In,Ga) $_2O_3$  混晶の組成制御と試み、前者は bowing がほとんどない band gap engineering を行うことができるのに対し[5]、後者は bowing が大きく In 組成 0.2~0.6 の間で相分離が生じるという (In,Ga)N と類似の特性を示した。 $\alpha$ - $Ga_2O_3$  はまた Sn 等のドーピングで低抵抗 n 型を示し[6]、初期的な結果ながらショットキダイオード特性も報告されている[7]。また、corundum 構造の遷移金属酸化物との混晶化により、半導体機能に磁気機能を融合させるといった試みも可能である[8]。

$Ga_2O_3$  の大きなバンドギャップを活かしたデバイス応用に向けた研究は challenging なものであるが、未知の特性が多いだけに革新的な成果につながる魅力を秘めていると言えよう。

## 参考文献

- [1] M. Higashiwaki 他: Appl. Phys. Lett. **100**, 013504 (2012).
- [2] M. Higashiwaki 他: Appl. Phys. Lett. **103**, 123511 (2013).
- [3] K. Kaneko 他: Jpn. J. Appl. Phys. **51**, 020201 (2012).
- [4] N. Suzuki 他: J. Cryst. Growth **364**, 30 (2013).
- [5] H. Ito 他: Jpn. J. Appl. Phys. **51**, 100207 (2012).
- [6] K. Akaiwa 他: Jpn. J. Appl. Phys. **51**, 070203 (2012).
- [7] M. Oda 他: 2013 MRS Fall Meeting, R15.06.
- [8] K. Kaneko 他: J. Appl. Phys. **113**, 233901 (2013).

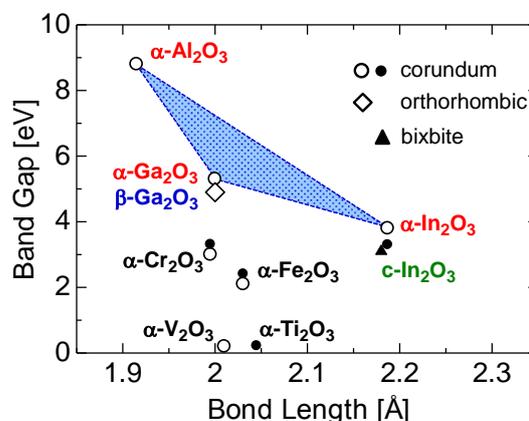


Fig. 1 A variety of metal (III) oxides with chemical composition of  $M_2O_3$  (M=metal).