

Sn ドープおよびノンドープ  $\alpha$ -(Al<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜の XPS 測定

## XPS analysis of corundum-structured

Sn doped and non-doped  $\alpha$ -(Al<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> thin films

京大院工 ◦鈴木 健太, 金子 健太郎, 伊藤 義人, 赤岩 和明, 藤田 静雄

Dept. Electron. Sci and Eng., Kyoto Univ.

◦Kenta Suzuki, Kentaro Kaneko, Yoshito Ito, Kazuaki Akaiwa and Shizuo Fujita

E-mail: suzuki.kenta.88c@st.kyoto-u.ac.jp

ワイドバンドギャップ半導体である corundum 構造 Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ( $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)は光学バンドギャップ値が 5.3 eV と非常に大きく, また  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,  $\alpha$ -In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> との混晶で 3.7~9.0 eV の広い範囲でバンドギャップ変調が可能であることから, 深紫外デバイス, パワーデバイスをはじめとした様々な応用が期待されている.我々はその一例として  $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> をベース材料にした HEMT(高電子移動度トランジスタ)の実現を目指しており, これまで  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> と  $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の混晶である  $\alpha$ -(Al<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の高品質薄膜を作製し, さらにそのバンドギャップ変調に成功している [1]. しかしながら,  $\alpha$ -(Al<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の伝導帯・価電子帯におけるバンドオフセット値と混晶比の相関関係は分かっていない. また, 圧電性がない  $\alpha$ -(Al<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を電子供給層に用いるにはその変調ドーピングが必須であり, またそれに伴うフェルミレベルの変化を調べる必要がある. これまで, Sn ドープ  $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が n 型伝導を示すことを報告しているが[2], ドーピングによるフェルミレベルの変化については分かっていない. そこで, これらを解明するために XPS 測定を用いて Sn ドープおよびノンドープ  $\alpha$ -(Al<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜の電子状態について評価を行った.

薄膜成長には超音波噴霧ミスト CVD 法を用いた. 原料溶液に Al と Ga のアセチルアセトナート有機金属錯体を超純水に溶解させたものを用い, Ga に対する Sn のモル濃度比が 0.1%となるように SnCl<sub>2</sub> の水溶液を加えることで Sn ドーピングを行った. 基板には c 面 sapphire( $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)を用い, キャリアガスには N<sub>2</sub> を用いて, 成長温度は 500°C とした.

図 1 に  $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜と  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 基板, Sn ドープ  $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜の価電子帯付近の XPS 測定結果を示す.  $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜と  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 基板の価電子帯近傍における化学結合エネルギーのスペクトル形状にほとんど違いがないため,  $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> と  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の価電子帯のオフセット値は非常に小さく, 一方でバンドギャップ値の差が 3.7eV ある事から, 導電帯のオフセット値がそれに近い値である事が推測される. 一方 Sn ドープおよびノンドープ  $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜の価電子帯近傍における化学結合エネルギースペクトルを比較すると, Sn ドープサンプルのスペクトルが相対的に高エネルギー側にシフトしていた. ドーピングの有無によるバンドギャップ値の変化はほとんどないため, フェルミレベルが導電帯側にシフトしていると推測される. 発表当日は更に詳細な Sn ドープおよびノンドープ  $\alpha$ -(Al<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜の XPS 測定結果及び物性評価結果について報告する.

[1]H. Ito *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **51** (2012) 100207.  
[2]K. Akaiwa *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **51** (2012) 070203.

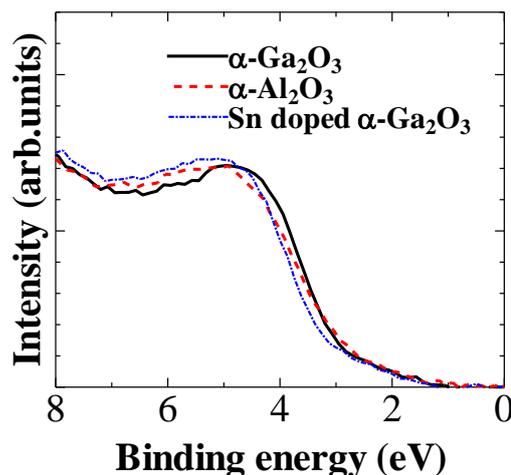


Fig.1 XPS spectra of Sn doped and non-doped  $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> thin films and  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> substrate near the valence band edge.