

## 非接触 AFM を用いた Ga/MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>(111) の吸着初期過程の観察

### Non-contact AFM observation of initial stage of Ga adsorption on MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>(111)

○西村 慶也<sup>1</sup>、岡田 有史<sup>1</sup>、苗代迫 拓也<sup>1</sup>、吉村 雅満<sup>2</sup>、角野 広平<sup>1</sup>(1.京工繊大、2.豊田工大)

○Keiya Nishimura<sup>1</sup>, Arifumi Okada<sup>1</sup>, Takuya Naeshirozako<sup>1</sup>,

Masamichi Yoshimura<sup>2</sup>, Kohei Kadono<sup>1</sup> (1.Kyoto Inst. Tech., 2.Toyota Tech. Inst.)

E-mail: aokada@kit.ac.jp

【はじめに】 MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (スピネル)は III-V 族半導体の成長基板等として知られている。中でも、(111)面は GaN との格子不整合が小さく良質な薄膜が成長する基板となることが報告されている [1]。近年はデバイスの微細化が図られており、スピネル(111)自体の表面構造 [2] と共に、成長の初期過程の理解が重要となっている。本研究では非接触原子間力顕微鏡 (nc-AFM)を用い、III-V 族半導体成長のモデル系として、MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>(111)面における Ga の吸着初期過程の観察を行った。

【実験】 nc-AFM 観察は全て超高真空 (ベース圧力  $3 \times 10^{-8}$  Pa)・常温にて、シリコン製カンチレバー (共振周波数約 300 kHz)を用いて行った。nc-AFM 観察で探針-試料間に印加するギャップ電圧  $V_G$  は、周波数シフト-電圧 ( $\Delta f$ - $V$ )曲線を測定することにより求めた。MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>(111) 試料は裏面を研磨して厚さを調節後、大気中 1000 °C で 12 h アニールし、N ドープ 4H-SiC(0001) ヒーターと共にサンプルホルダにマウントした。これを超高真空チャンバに導入して脱ガスした。その後、Ar イオンスパッタと  $1 \times 10^{-5}$  Pa の酸素導入下でアニールおよびフラッシングを繰り返し、清浄化を行った。加熱温度は赤外放射温度計を用い、ヒーターの温度を測定した。アニール中のヒーターの温度は 1000 – 1400 °C とした。Ga の蒸着は、Ga (6N)が充填されているタングステンフィラメントとタンタル製コリメータからなる自家製の蒸着源を用い、フィラメントに通電、加熱することで行った。蒸着中の試料温度は常温とした。Ga 蒸着レートの校正は Si(111)を用いて行った。

【結果・考察】 清浄化処理後の MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>(111)は平坦なテラスと、酸素原子面の層間距離に対応する高さ約 0.5 nm のステップの形成が見られた。Fig.1 に、清浄化された MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>(111)基板に Si(111)で 5/3 ML に対応する Ga 蒸着を行った後の nc-AFM 像を示す。基板のステップが識別できる程度に Ga が付着していることが分かる。また、この蒸着条件では Ga の凝集体がランダムに分散している様子が観察された。

【参考文献】 [1] A. Kuramata et al., *Appl. Phys. Lett.*, **67**, 2521 (1995); C.J. Sun et al., *Appl. Phys. Lett.*, **68**, 1129 (1996); G. He et al., *J. Mater. Chem. C*, **1**, 238 (2013); W. Wang et al., *J. Mater. Chem. C*, **2**, 9342 (2014). [2] M.K. Rasmussen et al., *Beilstein J. Nanotechnol.*, **3**, 192 (2012); A. Okada et al., *Jpn. J. Appl. Phys.*, **51**, 08KB04 (2012).

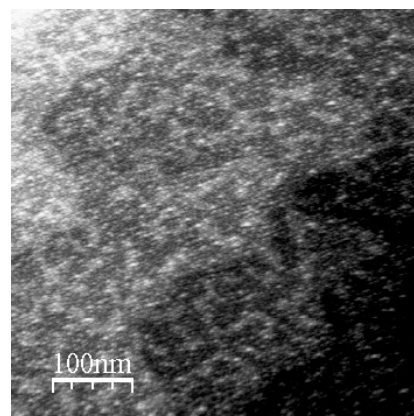


Fig 1. nc-AFM image of Ga-deposited MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>(111) surface ( $V_G = -10$  V,  $\Delta f = -50$  Hz,  $500 \times 500$  nm<sup>2</sup>, dosage is corresponding to  $> 1$  ML on Si(111)).