

β -Ga₂O₃ (001) 基板上への Ga₂O₃ の MBE 成長

MBE Growth of Ga₂O₃ on β -Ga₂O₃ (001) Substrates

○中田 義昭¹、佐々木 公平²、倉又 朗人²、山腰 茂伸²、東脇 正高¹

(1. 情通研機構、2. タムラ製作所)

○Yoshiaki Nakata¹, Kohei Sasaki², Akito Kuramata², Shigenobu Yamakoshi²,

Masataka Higashiwaki¹ (1. NICT, 2. Tamura Corp.)

E-mail: nakatay@nict.go.jp

酸化ガリウム (β -Ga₂O₃) は、バンドギャップが約 4.5 eV と大きく、高い耐圧が期待できることからパワーデバイス材料として注目されている。これまで我々は (010) 基板上に MBE により形成した Ga₂O₃ MOSFET において、750 V を超える耐圧を示してきた[1]。一方、Ga₂O₃ の MBE 成長に関しては、(010), (100) 基板面上への成長についていくつか報告されているが、(001) 基板上への成長についてはほとんど調べられていない。今回、オゾン(O₃)を用いた MBE により、(001) 基板上への成長を試み、その成長形態について反射高速電子線回折 (RHEED)、原子間力顕微鏡 (AFM)により調べた。

成長には、just-cut 仕様の Ga₂O₃ (001) 基板を用い、金属 Ga および O₃ (生成濃度約 15%) により成長した。図 1 に成長速度の成長温度依存性を示す。(010) 基板上においては 500~750°C の範囲では、成長速度に大きな変化はない[2]。一方、(001) 基板上では成長温度の上昇とともに成長速度は急激に減少し 700°C 以上では数 10 nm/h にまで低下する。(010) 基板上とは成長機構が大きく異なることを示している。図 2 に(001) 基板上に、成長温度 650°C および 750°C で成長した Ga₂O₃ 表面の RHEED 像 (電子線の入射方向 [010]) と AFM 像を示す。650°C で成長した表面はラフであり (ラフネス, Ra > 1 nm)、[010] 方向に延びる細線形状を呈している。また、細線と平行に電子線を入射して観察した RHEED 像より、細線側壁にはファセットが形成されていることがわかる。一方、750°C で成長した表面からは、単分子層の表面ステップが明瞭に観察され、テラス上には 2 次元アイランドの形成はほとんど確認できなかった。成長温度を高めることによりステップフロー成長へと移行していることがわかる。この基板上への成長において、成長温度とともに基板の傾斜角とその方向が重要であることを示唆している。

本研究の一部は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP (戦略的イノベーション創造プログラム) 「次世代パワーエレクトロニクス」(管理法人: NEDO) によって実施されました。

[1] M. H. Wong et al., IEEE Electron Device Lett. 37, 212 (2016), [2] K. Sasaki et al., J. Cryst. Growth 392, 30 (2014).

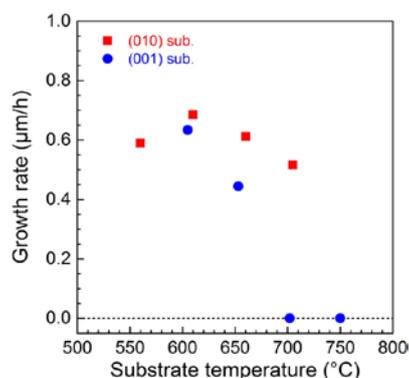


Fig. 1. Growth rate as a function of the growth temperature.

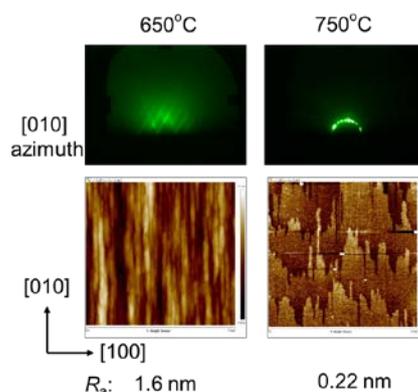


Fig. 2. [010] azimuthal RHEED patterns and AFM images obtained from grown surfaces.