MBE 法による m 面サファイア基板上 α-$(Al_xGa_{1-x})_2O_3$ のコヒーレント成長

Coherent growth of m-plane α-$(Al_xGa_{1-x})_2O_3$ on sapphire by plasma-assisted molecular beam epitaxy

筑波大数理，○神野　莉衣奈，奥村　宏典

Univ. Tsukuba, ○Riena Jinno, Hironori Okumura

E-mail: rjinno@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

α-$(Al_xGa_{1-x})_2O_3$ は、~5.3-8.8 eV のバンドギャップ変調可能な混晶系であり、超ワイドバンドギャップを持つヘテロ構造デバイスへの応用が期待される。[1] α-$(Al_xGa_{1-x})_2O_3$ は α-Al_2O_3 基板上に成長可能であり、分子線エピタキシー (MBE) 法による成長には m および a 面が有効と考えられている。[2] 臨界膜厚はヘテロ構造デバイスの設計において重要であり、本研究では、m 面 α-Al_2O_3 基板上 α-$(Al_xGa_{1-x})_2O_3$ のコヒーレント成長および臨界膜厚について報告する。

RF プラズマ支援 MBE 法を用いて、m 面 0.2 度 (a 軸方向) オフ α-Al_2O_3 基板上に α-$(Al_xGa_{1-x})_2O_3$ 薄膜の成長を行った。酸素プラズマ出力を 200 W, 酸素流量を 0.5 sccm, 基板温度を 730 °C に固定した。金属 Al および Ga のビーム等価圧力を変化させることで Al 組成 x を 0.7-0.92 の範囲で制御した。Al 組成は XPS および逆格子マッピング (RSM) 測定より求めた。

膜厚が 65 nm、XPS 測定による Al 組成 x が 0.80 の時、RSM 測定の結果から基板に対して薄膜がコヒーレントに成長していた (図 1)。同様に RSM 測定から格子緩和を評価した。Grundmann らにより報告されている弾性理論に基づき、格子長および弾性係数が x に対して線形的に変化すると仮定し算出したコヒーレント成長した試料の成長方向の応力は、RSM 測定の結果から得られた応力と一致し、x と m 軸方向の格子長の伸びΔ_{030}の間に $x \approx 1\text{-}0.178\Delta_{030}$ の相関が得られた。[3] Al 組成の減少とともに格子不整合度が増加し臨界膜厚は減少するが、x=0.71 で約 50 nm 程度までコヒーレント成長可能であるという結果が得られた。(図 2) コヒーレント成長した試料は $30\bar{3}0$ の XRC 半値幅は膜厚 300 nm 程度の試料で 100 arcsec と、結晶性が高い薄膜が得られたと考えられる。

【謝辞】本研究は NEDO 先導研究プログラム未踏チャレンジから援助いただきました。

[1] S. Fujita, et al., Jpn. J. Appl. Phys. **55**(2016) 1202A3.　[2] R. Jinno, et al., Sci. Adv. **7**, eabd5891 (2021).
[3] M. Grundmann, et al., J. Appl. Phys. **124**, 185302 (2018)

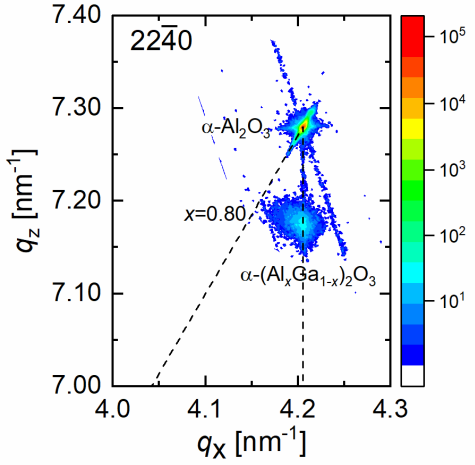

Fig. 1. Reciprocal space map around the 2240 reflection of the α-$(Al_{0.80}Ga_{0.20})_2O_3$ epitaxial film.

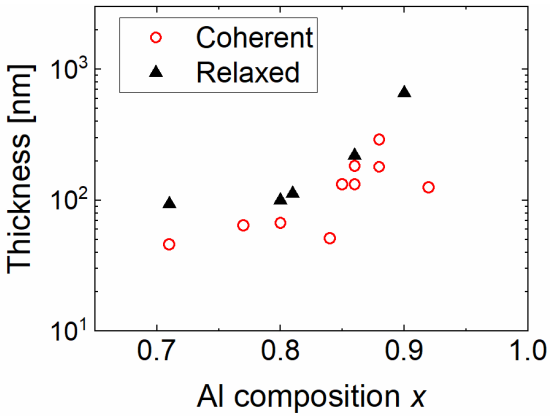

Fig. 2. Lattice relaxations of α-$(Al_xGa_{1-x})_2O_3$ grown on m-plane α-Al_2O_3 determined by RSM measurements a function of Al concentration x.

© 2021年 応用物理学会