

スパッタエピタキシーによるサファイア基板上 $(\text{ZnO})_x(\text{InN})_{1-x}$ 薄膜の 2 段階成長

Two-Step Growth of $(\text{ZnO})_x(\text{InN})_{1-x}$ Films on Sapphire Substrates by Sputter Epitaxy

九大シス情, °宮原奈乃華, 浦川聖市, 山下大輔, 鎌滝晋礼,

古閑 一憲, 白谷 正治, 板垣 奈穂

Kyushu Univ.¹, °Nanoka Miyahara¹, Seichi Urakawa¹, Daisuke Yamashita¹, Kunihiro Kamataki¹,

Kazunori Koga¹, Masaharu Shiratani¹, Naho Itagaki¹

E-mail: n.miyahara@plasma.ed.kyushu-u.ac.jp

筆者らは、可変バンドギャップの擬二元系混晶 $(\text{ZnO})_x(\text{InN})_{1-x}$ (以下 ZION) を開発している [1-3]。これまでに、単結晶 ZnO をテンプレートとすることで世界初となる ZION の単結晶成長を実現し、強い青色および緑色発光を観測している[4]。さらに、成長初期における表面モルフォロジーの制御により、格子不整合率 19-21%のサファイア基板上へのエピタキシャル成長に成功した [5]。本研究では、上記サファイア基板上において、まず高温にて初期成長層を作製した後、低温にて ZION 膜作製を行う 2 段階成長を行った。この狙いは、初期核形成とその成長・融合を精緻に制御し、汎用性の高いサファイア基板上において高い結晶品質と表面平坦性を兼ね揃えた ZION 膜を実現することにある。

まず、ZION 初期成長層を 450°C で約 6 nm 堆積させた後、基板温度を 200°C まで降温し、再び ZION 膜を約 300 nm 堆積させた。ZION 膜は全て RF マグネトロンスパッタリング法により作製した。基板には c 面サファイア基板を用いた。ターゲットは ZnO と In を用い、スパッタリングガスとして Ar, O₂, N₂ を使用した。ガス圧力は 0.50 Pa とした。

Figure 1 に 2 段階成長法、ならびに 1 段階成長法 (基板温度 450°C) で作製した ZION 膜の原子間力顕微鏡 (AFM) 像と X 線回折 (101) 面 ϕ スキャンを示す。いずれの ϕ スキャンも比較的シャープなプロファイルを示しており、高い面内配向性が得られていることが分かる。これは、初期成長層が結晶品質を決定付けていることを意味している。一方、膜の表面粗さは両者で大きな違いが見られ、二乗平均平方根 (RMS) 粗さは一段階成長法で 5.20 nm, 2 段階成長法で 0.74 nm であった。初期成長層形成後に 200°C の低温に降温することで二次核形成が抑制され、高い表面平坦性が実現したものと考えられる。以上の結果から、本提案の 2 段階成長法は、サファイア基板上の ZION ヘテロエピタキシーにおいて、高い結晶品質と表面平坦性を兼ね揃えた薄膜形成を実現する有用な手法といえる。

本研究の一部は科研費 18H01206, SAMCO 科学技術振興財団, NTT 共同研究費の助成を受けた。

- [1] N. Itagaki, et al., U.S. Patent No. 8274078 (2008). [2] N. Itagaki, et al., Mater. Res. Express 1, 036405 (2014). [3] K. Matsushima, et al., IEEE Trans. Plasma Sci. 45, 323 (2017). [4] K. Matsushima, et al., MRS Adv., 1, 115 (2016). [5] N. Miyahara, et al, MRS Adv., (2019) in press.

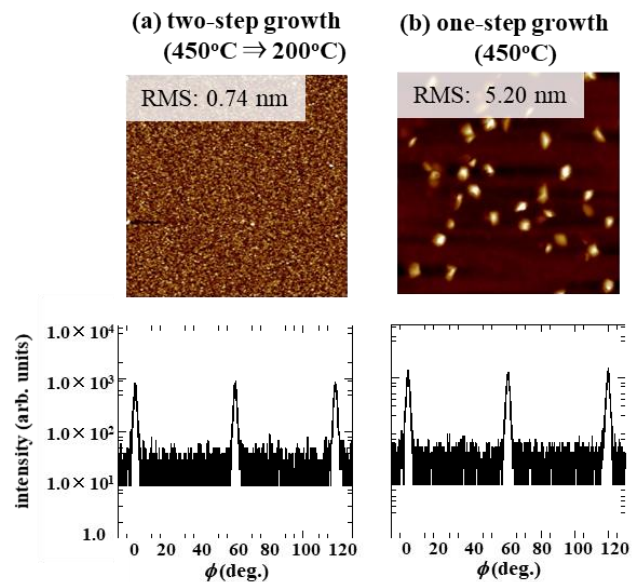


Fig.1 AFM images and XRD ϕ scans of (101) plane of ZION films fabricated via two-step growth (a) and one-step growth (450°C) (b).