

(ZnO)_x(InN)_{1-x} 膜のスputタエピタキシー：表面モルフォロジーの時間発展の観察

Sputter Epitaxy of (ZnO)_x(InN)_{1-x} Films on Sapphire Substrates: Observation of Morphological Evolution

九大シス情, °金島健太郎, 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., °K. Kaneshima, N. Miyahara, S. Urakawa, D. Yamashita, K. Kamataki, K. Koga,
M. Shiratani, N. Itagaki

E-mail: k.kaneshima@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 (ZnO)_x(InN)_{1-x} (以下 ZION) を開発している[1,2]. これまで単結晶 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[3]. さらに成長時の基板温度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. 本研究では、上述の ZION 膜について結晶成長初期における表面モルフォロジーの詳細な時間発展を観察し、格子不整合基板上におけるエピタキシャル成長のメカニズムを調べた.

ION 膜は RF マグネトロンスパッタリング法で作製した. 基板には c 面サファイアを用い、基板温度は 450°C とした. 膜中カチオン比は $[Zn]/([Zn]+[In]) = 0.98$ 及び 0.84 であった.

Figure 1 に原子間力顕微鏡像から求めた表面高さ分布の時間発展を示す. いずれの組成においても、徐々に高さ分布がブロードとなる一般的な 3 次元成長とは異なり、一旦分布がブロードになった後、再びシャープな分布になっていることが分かる. この特異な振る舞いは、膜が 3 次元成長から 2 次元成長に移行していることを示している. Figure 2 に、ZION 膜の X 線回折(10 $\bar{1}$ 1)面の ϕ スキャンを示す. いずれの膜も 6 回対称性を示すピークがみられ、サファイア基板に対してエピタキシャル成長していることが確認された. 一方、そのピーク強度ならびに半値幅は膜組成により大きく異なっており、膜成長初期において高さ分布の広がりが大きかった Zn-rich 組成では、面内配向性が高いことが分かった. 以上より、成長初期に基板に対して面方位が揃った 3 次元島が局所的に形成され、それらが融合することで、サファイア基板上への高品質エピタキシャル成長が実現したものと考えられる.

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).

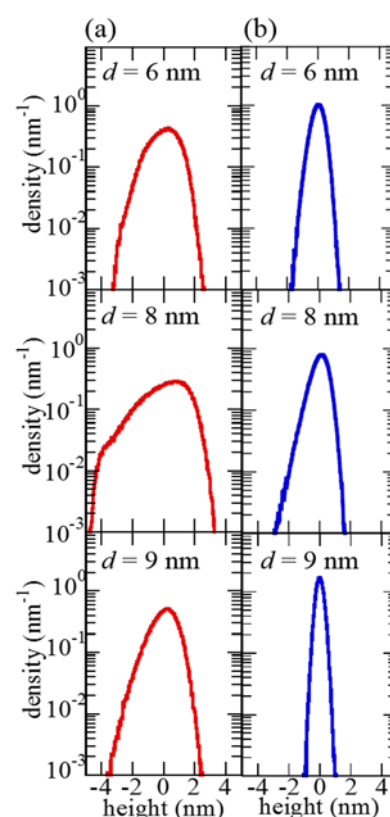


Fig. 1 Height distribution of ZION films. (a) $[Zn]/([Zn]+[In]) = 0.98$, (b) $[Zn]/([Zn]+[In]) = 0.84$.

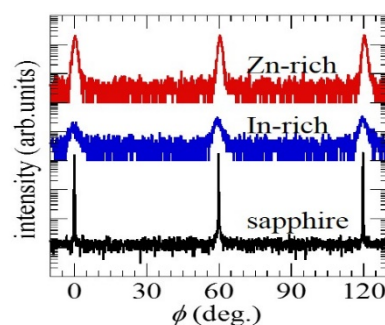


Fig. 2 Phi scan of (10 $\bar{1}$ 1) plane of ZION films