

RF マグネトロンスパッタリング法で作製した (ZnO)_x(InN)_{1-x} 膜の表面モフォロジー制御 Surface morphology control of (ZnO)_x(InN)_{1-x} films fabricated by RF magnetron sputtering

九州大学[○]松島宏一, 井手智章, 山下大輔, 徐鉉雄, 古閑一憲, 白谷正治, 板垣奈穂

Kyushu Univ.,[○]Koichi Matsushima, Tomoaki Ide, Daisuke Yamashita, Hyunwoong Seo,

Kazunori Koga, Masaharu Shiratani, Naho Itagaki

E-mail: k.matsushima@plasma.ed.kyushu-u.ac.jp

太陽電池や発光デバイス等の光電子デバイス材料として, バンドギャップ制御可能な半導体材料が注目されている. このような材料として, 筆者等は ZnO と InN の擬 2 元系混晶である (ZnO)_x(InN)_{1-x} (以下 ZION と呼ぶ)を開発している[1-3]. ZION のバンドギャップは組成により 1.0-3.4 eV まで広範囲に制御可能である. 一方, ZION は殆どの組成領域において格子整合基板が存在しないという課題がある. 一般的に, 高品質な単結晶膜は格子整合基板上に吸着原子のマイグレーションが促進される高温にて作製されるが, 格子不整合系のエピタキシャル成長において, 温度が結晶成長様態に与える影響については十分に解明されていない. 本研究では, 0.7%の格子不整合率を有する ZnO テンプレート上にエピタキシャル ZION 膜を作製し, 基板温度が ZION 膜の結晶成長様態に与える影響を調べた結果を報告する.

ZION 膜は ZnO テンプレート上に RF マグネトロンスパッタリング法により作製した. ターゲットには ZnO 及び In ターゲットを用いた. スパッタリングガスには Ar, O₂, N₂ ガスを用い, 全圧 0.27Pa, 基板温度 RT-450°C にて作製した. ZION の膜厚は 30-100 nm とし, 化学組成比は (ZnO)_{0.92}(InN)_{0.08} とした.

図 1 に, 250°C および 450°C で作製した膜厚 30 nm および 100 nm の ZION 膜の表面 AFM 像を示す. 250°C で作製した ZION 膜の膜厚を 30 nm から 100 nm まで増加させると, ZION 膜の表面モフォロジーがステップ-テラス構造から 3 次元島構造に変化し, Stranski-Krastanov モードで成長していることが分かった. 一方, 450°C で作製した膜厚 30 nm および 100 nm の ZION 膜はいずれも 3 次元島成長していた. 基板温度により ZION 膜の結晶成長様態が変化した原因を調べるため, 膜厚 30 nm の ZION 膜の(105)面近傍における逆格子マッピング測定を行った. その結果, 250°C で作製した ZION 膜は ZnO 上にコヒーレント成長しているのに対し, 450°C で作製した ZION 膜は格子緩和していた. 点欠陥は膜中歪エネルギーを低減する効果があるため, 基板温度増加にともなう点欠陥密度減少により格子不整合に起因する ZION 膜中の歪エネルギーが増加する. この歪エネルギーを低減するために格子緩和が生じる. 以上の機構で, ステップ-テラス構造から 3 次元島構造に変化する臨界膜厚が, 基板温度増加により減少したと考えられる. 以上のように, 低温成膜が ZION の 2 次元ステップ-テラス成長に有効であることが分かった.

本研究の一部は科研費 15H05431, 特別研究員奨励費の助成を受けた.

- [1] N. Itagaki, *et al.*, “Metal oxynitride semiconductor containing zinc”, U.S. Patent No. 8274078 (2008).
- [2] K. Matsushima, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **52**, 11NM06 (2013).
- [3] N. Itagaki, *et al.*, Mater. Res. Express **1**, 036405 (2014).

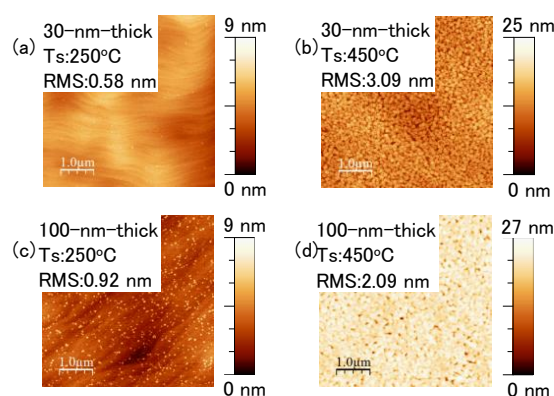


Fig. 1 AFM images of 30-nm-thick ZION films deposited at (a) 250°C and (b) 450°C, and 100-nm-thick ZION films deposited at (c) 250°C and (d) 450°C.