

窒素添加結晶化法による c 面サファイア基板上への ZnO 膜の作製：歪み緩和におけるバッファ層結晶粒密度の影響

Fabrication of ZnO films on c-plane sapphire substrate via nitrogen mediated crystallization: effects of grain density of buffer layers

井手 智章¹, 松島 宏一¹, 清水 僚太¹, 山下 大輔¹, 徐 鉉雄¹,

古閑 一憲¹, 白谷 正治¹, °板垣 奈穂^{1, 2} (1. 九大シス情、2. JST さきがけ)

Tomoaki Ide¹, Koichi Matsushima¹, Ryota Shimizu¹, Daisuke Yamashita¹, Hyunwoong Seo¹,

Kazunori Koga¹, Masaharu Shiratani¹, °Naho Itagaki^{1, 2} (1. Kyushu Univ., 2. JST PRESTO)

E-mail: itagaki@ed.kyushu-u.ac.jp

酸化亜鉛 (ZnO) を用いた光電子デバイス実用化のためには、結晶欠陥密度の低い高品質な ZnO 膜を低コストで作製する必要がある。最近我々は、ZnO 膜のスパッタエピタキシー法として新たに窒素添加結晶化法 (nitrogen mediated crystallization: NMC 法) を開発し、面内・面外配向性に優れた超平坦多結晶 ZnO 膜の作製に成功した。また上記 ZnO 膜をバッファ層 (NMC バッファ層) として用いることで、格子不整合率の大きい (18%) サファイア基板への単結晶 ZnO 膜の作製に成功した[1, 2]。本研究では、NMC 法における結晶成長機構の解明を目的とし、NMC バッファ層の結晶粒密度と ZnO 膜の格子歪みとの相関について調べたので報告する。基板温度が高いほど窒素の表面脱離速度が速くなることを用いて、NMC バッファ層の結晶粒密度を制御した。

NMC バッファ層は RF スパッタリング法により基板温度 (T_{bs}) 700°C から 780°C の範囲で作製した。基板には C 面サファイア基板を用いた。スパッタリングガスには Ar と N₂ の混合ガスを用いた。NMC バッファ層の膜厚は 10 nm とした。この NMC バッファ層上に、基板温度 700°C において Ar/O₂ スパッタリングにより ZnO 膜を作製した。ZnO 膜の膜厚は 700 nm とした。

図 1 に NMC バッファ層の結晶粒密度と NMC バッファ層上に作製した ZnO 膜の c 軸の格子歪み率(ϵ)の絶対値を示す。図の横軸は NMC バッファ層作製時の基板温度である。なお、歪み率は全て負の値を示しており、ZnO 膜には圧縮歪みが生じている。NMC バッファ層の結晶粒密度が高いと ZnO 膜の格子歪み率が小さくなる傾向にある。これは、NMC バッファ層内に導入された結晶粒界にて基板との格子不整合に起因した歪み緩和が生じていることを示している。以上の結果から、格子不整合系へのヘテロエピタキシーにおいては、結晶成長初期に高密度に結晶粒を形成することで歪みが効果的に緩和され、高品質な結晶成長が可能になると考えられる。

[1] N. Itagaki, et al., Appl. Phys. Express **4** (2011) 011101.

[2] K. Kuwahara, et al., Thin Solid Films **520** (2012) 4674.

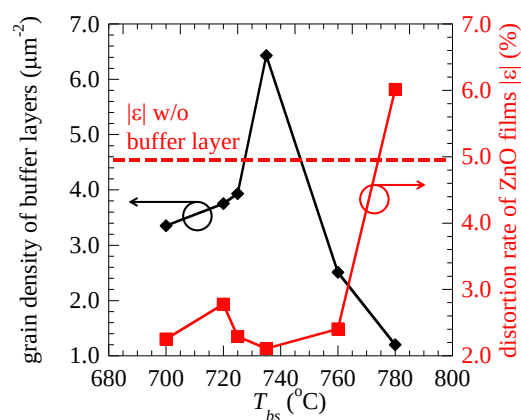


Fig.1 Grain density of buffer layers and distortion rate of ZnO films as a parameter of T_{bs} .