

窒素添加スパッタリング法を用いた Si (111) 基板上への 高品質 ZnO 薄膜の作製

Sputter-fabrication of high-quality ZnO films on Si(111) substrates via nitrogen mediated crystallization

九州大学 °岩崎 和也, 呂 佳豪, 山下 大輔, 徐 鉉雄, 古閑 一憲, 白谷 正治, 板垣 奈穂

Kyushu Univ., °Kazuya Iwasaki, Jiahao Lyu, Daisuke Yamashita, Hyunwoong Seo,

Kazunori Koga, Masaharu Shiratani, Naho Itagaki

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

酸化亜鉛 (ZnO) は様々な光電子デバイス用材料として期待されている. ZnO の格子整合基板としては ZnO のバルク単結晶や ScAlMgO₄ 等があるが, 基板コストが高いという問題があり, 安価なサファイア基板や Si 基板を用いた結晶成長を行う試みがなされている. 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 (nitrogen mediated crystallization: NMC) 法を開発し, 超平坦表面を有し, 且つ, 面内・面外ともに結晶軸が揃った高密度 3 次元島を形成することに成功した. さらに上記 3 次元島を有する薄膜をバッファ層 (NMC-ZnO バッファ層) として用いることで, 従来困難であった格子不整合率 18% である c 面サファイア基板上への単結晶 ZnO 膜の作製に成功した[1, 2, 3]. 本研究では上記手法を Si(111)基板上に展開し, 結晶性および表面平坦性に優れた ZnO 膜を形成することに成功したので報告する.

まず, NMC-ZnO バッファ層を RF マグネトロンスパッタリング法により Si(111)基板上に基板温度 750°C にて作製した. ターゲットには ZnO 焼結体を用い, RF 電力は 100 W とした. スパッタリングガスには Ar と N₂ の混合ガスを用い, 流量はそれぞれ 25-20 sccm, 0-5 sccm とした. NMC-ZnO バッファ層の膜厚は 10 nm とした. 次に, NMC-ZnO バッファ層上に膜厚 1000 nm の ZnO 膜を基板温度 700°C にて作製した. スパッタリングガスには Ar と O₂ の混合ガスを用いた.

図 1 に NMC-ZnO バッファ層上に作製した ZnO 膜の (002) 面ロッキングカーブの半値幅を示す. 横軸は NMC-ZnO バッファ層作製時の窒素流量比である. バッファ層に窒素を導入することによりバッファ層上 ZnO 膜の (002) 面ロッキングカーブの半値幅は大幅に減少した. また, バッファ層作製時の窒素流量比を 0% から 20% に増加させることで, ZnO 膜表面の二乗平均粗さは 83 nm から 16 nm まで減少した. これは結晶成長初期に不純物である窒素が導入されたことにより, 結晶軸の揃った結晶核が短時間で形成されたためと考えられる. 以上の結果は NMC 法が Si(111)基板上においても ZnO 膜の高品質化に有用であることを示している.

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

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

[3] N. Itagaki et al., Opt. Eng. **53** (2014) 087109.

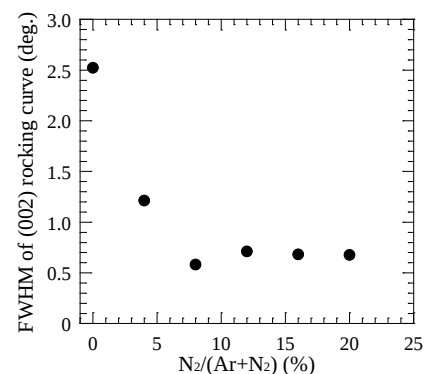


Fig. 1 Full width at half maximum of (002) rocking curve of ZnO films.