

RF マグネトロンスパッタリング法による高 In 組成 ZnInON 膜の作製

Fabrication of high Indium ratio ZnInON by RF magnetron sputtering

九州大学¹, JST さきがけ² ○松島宏一¹, 清水僚太¹, 井手智章¹, 山下大輔¹,鎌滝晋礼¹, 徐鉉雄¹, 古閑一憲¹, 白谷正治¹, 板垣奈穂^{1,2}Kyushu Univ.¹, JST-PRESTO², ○Koichi Matsushima¹, Ryota Shimizu¹, Tomoaki Ide¹,Daisuke Yamashita¹, Kunihiro Kamataki¹, Hyunwoong Seo¹, Kazunori Koga¹,Masaharu Shiratani¹, Naho Itagaki^{1,2}

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

近年、可視光全域に対応するバンドギャップを有する InGaN 等の III 族窒化物半導体による混晶が注目を集めている。しかしながら、その製造方法は MOCVD 法や MBE 法などであり、大面積化は難しい。また、高 In 組成において格子整合基板が存在せず、高品質結晶成長が困難であるという課題がある。最近筆者等は、ワイドギャップ半導体である ZnO と高移動度半導体である InN との混晶である新規窒化物半導体 ZnInON を提案した[1-3]。ZnInON はウルツ鉱構造を有しており、 10^5 cm^{-1} と高い吸収係数を有している。そのバンドギャップは直接遷移型で化学組成比により 1.6 eV から 3.3 eV まで変調可能である。本研究では、ZnO テンプレート上に高 In 組成の ZnInON の単結晶膜の作製に成功したので報告する。

ZnInON のエピタキシャル基板には ZnO テンプレートを用いた。ZnO テンプレートは、不純物添加結晶化(IMC)法を用いて c 面サファイア基板上に RF マグネトロンスパッタリング法により作製した [4, 5]。成膜温度は 700°C である。スパッタリングガスには Ar, N₂ および O₂ を用い、膜厚は 1 μm とした。ZnInON 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室温で作製した。スパッタリングガスには Ar, N₂ を用いた。全ガス圧は 0.14 Pa であり、膜厚は 240nm とした。

図 1 に c 面ファイア基板及び ZnO テンプレート上に作製した ZnInON 膜の表面 AFM 像を示す。ZnO テンプレート上に作製した ZnInON 膜は 2 次元成長しており、RMS ラフネスも 0.36nm と非常に小さいことが分かった。このとき [In]/([In]+[Zn]) 比は 46.5% であり、そのバンドギャップは 1.40 eV であった。また X 線回折 Φ スキャンにより、上記 ZnInON 膜は ZnO テンプレートに対しエピタキシャル成長していることが確認され、(002) 面および (101) 面のロッギングカーブ半値幅はそれぞれ 0.33° および 0.99° と、高い面外および面内配向性を有することが分かった。一方、c 面ファイア基板上に作製した ZnInON 膜は 3 次元成長しており、RMS ラフネスは 17nm と大きいことが分かった。また、(002) 面及び (101) 面のロッギングカーブの回折ピークは観測されなかった。以上の結果から、不純物添加結晶化法を用いて作製した ZnO テンプレートは高 In 組成の ZnInON 膜の高品質結晶成長において有用であると言える。

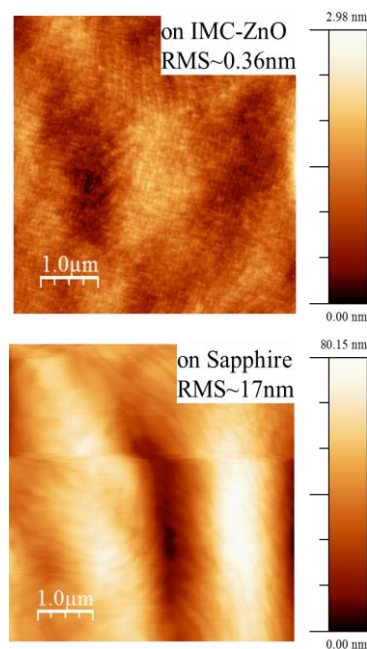


Fig.1 AFM images of ZnInON

- [1] N. Itagaki, et al., "Metal oxynitride semiconductor containing zinc", U.S. Patent No. 8274078 (2008-04-23).
- [2] N. Itagaki, et al., submitted to J. Phys. D.
- [3] K. Matsushima, et al., Jpn. J. Appl. Phys. 52 (2013) 11NM06.
- [4] N. Itagaki, et al., Appl. Phys. Express 4 (2011) 011101.
- [5] K. Kuwahara, et al., Thin Solid Films 520 (2012) 4674.