可視領域でバンドギャップチューニング可能なZnO系新材料の開発

ZnO-based semiconductors with tunable band gap over the entire visible spectrum

○板垣 奈穂[1,2]，松島 宏一[1]，井出 智章[1]，山下 大輔[1]，徐 鉉雄[1]，古閑 一憲[1]，白谷 正治[1]
(1. 九大シス情，2. JST さきがけ)

○N. Itagaki[1,2], T. Ide[1], K. Matsushima[1], D. Yamashita[1], H. Seo[1], K. Koga[1], M. Shiratani[1] (1. Kyushu Univ., 2. JST PRESTO)

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

【はじめに】ZnOの光・電子デバイスへの応用展開のためには，バンドギャップエンジニアリング技術の確立が不可欠である．これまでに，II-VI族半導体であるMgOやCdO，Zn(Se,S,Te)との混晶形成によるバンドギャップ(E_g)変調が試みられているが，結晶構造の違いに起因した相分離等の課題があり，その制御範囲は限られている．そこで我々は，III-V族ではあるがZnOと同じウルツ鉱型の結晶構造を有するInNに着目し，これらの混晶を形成することで可視全域でのバンドギャップチューニングを行った[1,2]．本講演では，我々が開発した新材料「ZnInON (ZION)」の特長を紹介するとともに，新規結晶成長法「不純物添加結晶化法」を用い，サファイア基板上にZION膜を単結晶成長させた結果についても報告する．

【実験】ZION膜はRFマグネトロンスパッタリングにより作製した，ターゲットにはInおよびZnO焼結体を用い，スパッタリングガスにはAr，N_2およびO_2を用いた．N_2およびO_2の解離度の制御は，スパッタリング装置に電子サイクロトロン共鳴プラズマを重畳し，さらにプラズマパラメータを制御することで行った．基板温度は室温～360°Cとした．

【結果】X線広域逆格子マップ測定により，組成比 [Zn]/[Zn+In]が0.25–0.9の範囲において，ZIONは単相のウルツ鉱型結晶構造を有することが分かった．図1にZIONの(002)面XRDスペクトルを示す．組成に対してピーク位置が連続的にシフトしていること，また，ZnO相等の異相が存在していないことが分かる．図2は，ZIONの透過スペクトルである．これも組成に対して連続的にシフトしており，バンドギャップが1.5－3.1eVの範囲で制御可能であることが分かった．また，我々が開発した不純物添加結晶化法を用いることで，サファイア基板上(格子不整合率>18%)への単結晶ZION膜の作製に成功している．このZIONは，比較的高いキャリア移動度 (>100 cm^2/Vsec @室温)を有しており，今後，光・電子デバイスへの応用が期待される．

本研究の一部は科研費，JSTさきがけの助成を受けた．

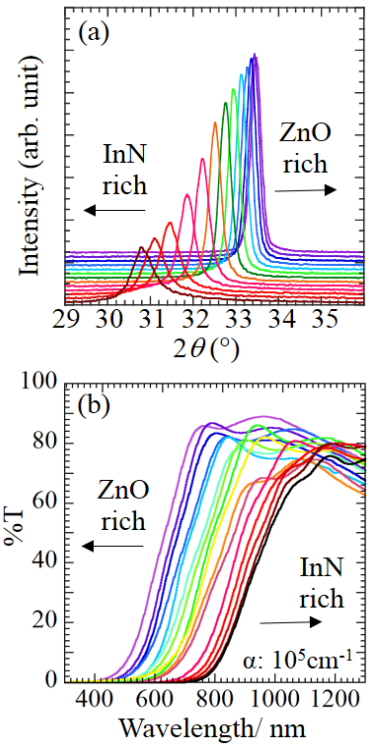

図 1. 異なる組成を有するZION膜の(002)面XRDスペクトル(a) と透過スペクトル(b)．

[1] 板垣他，特許5213507号 (2013), [2] N. Itagaki et al., Mater. Res. Express, 1, 036405 (2014). [3] N. Itagaki, et al., Appl. Phys. Express 4, 011101 (2011).

© 2015年 応用物理学会