ウルツ鉱型 $MgSnN_2$ のカチオン比による物性制御

Property Tuning of Wurtzite $MgSnN_2$ by Cation Stoichiometry

1)中部大院工　2)物材機構　3)大阪府大工

○松浦健太 [1)]、　川村史朗 [2)]、　井村将隆 [2)]、　村田秀信 [3)]、　山田直臣 [1)]

1) Chubu Univ. 2) NIMS 3) Osaka Pref. Univ.

○K. Matsuura,[1)] F. Kawamura,[2)] M. Imura,[2)] H. Murata,[2)] N. Yamada,[1)]

E-mail: n-yamada@isc.chubu.ac.jp

[背景] 従来の半導体上にエピタキシャル成長し、バンドギャップ(E_g)が、1.8-2.5 eV である半導体は限られている。我々はウルツ鉱型構造の $MgSnN_2$ (wz-$MgSnN_2$)を GaN(001)上にエピタキシャル成長させ、$E_g \approx 2.7$ eV であることを明らかにした。[1] したがって、wz-$MgSnN_2$ は従来の緑色発光半導体の代替材料として期待できる。本研究では wz-$Mg_{1+x}Sn_{1-x}N_2$ 薄膜を GaN(001)上にエピタキシャル成長させ、カチオン比 x の変化により、E_g 及び電気伝導性の制御が可能であるかを調べた。

[実験] 窒素雰囲気下で、Mg と Sn を共スパッタすることで、400℃に加熱した GaN(001)基板上に wz-$Mg_{1+x}Sn_{1-x}N_2$ 薄膜を作製した。X 線回折測定(XRD)、Hall 効果測定、分光透過・反射測定、ICP 発光分析により評価した。

[結果] 図 1 は wz-$Mg_{1+x}Sn_{1-x}N_2$ 薄膜の代表的な XRD パターンである。x = -0.2～0.2 の広い範囲で、単相の wz-$Mg_{1+x}Sn_{1-x}N_2$ のエピタキシャル薄膜が得られることがわかった。

図 2 に示した Tauc プロットを使って、E_g の x 依存性を調べた。この結果から、wz-$Mg_{1+x}Sn_{1-x}N_2$ の組成が Sn 過剰 ($x < 0$)から Mg 過剰 ($x > 0$)になるにつれて、E_g は 2.8 eV から 2.2 eV に小さくなっていくことがわかった。

今回作製した薄膜は、組成によらず n 型伝導を示した。抵抗率、電子濃度、移動度はそれぞれ x が増えるにしたがって、10^{-1} から 10^{-2} Ω･cm、10^{20} から 10^{19} cm^{-3}、8 から 3 $cm^2 \cdot V^{-1} \cdot s^{-1}$ と変化していくことがわかった。

以上から、wz-$Mg_{1+x}Sn_{1-x}N_2$ エピ膜の x を変化させることで物性の制御が可能であることがわかった。x による物性変化の起源については当日議論する。

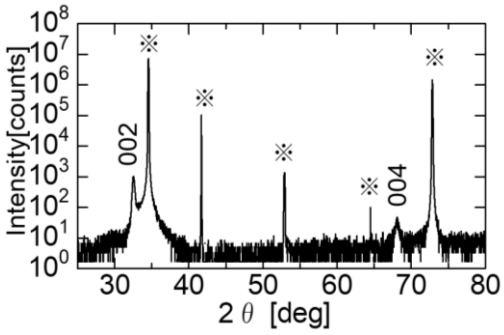

図 1 wz-$MgSnN_2$ 薄膜の XRD パターン。※で記されているピークは GaN,Sapphire のピーク

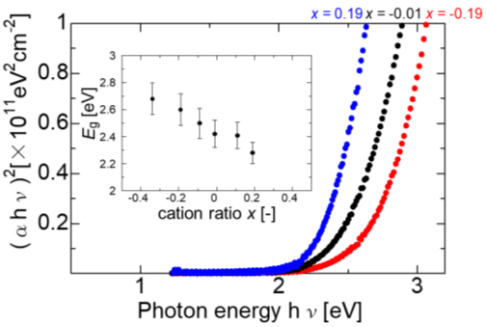

図 2 wz-$Mg_{1+x}Sn_{1-x}N_2$ 膜の Tauc プロット。挿図は E_g vs x 図を示す

[参考文献]

[1] 松浦ら、第 80 回　応用物理学会秋季学術講演会予稿集,　18a-E206-6(2020)

© 2020年 応用物理学会