

AgGaO₂ との混晶化による ZnO のバンドギャップナローイング

Band gap narrowing of ZnO alloyed with AgGaO₂

阪大院工¹ 富山高専² ○鈴木 一誓¹, 長谷 拓¹, 有馬優太¹, 喜多正雄², 小俣 孝久¹

Osaka Univ.¹, Toyama Natl. Coll. Tech.² ○Issei Suzuki¹, Hiraku Nagatani¹, Yuta Arima¹,

Kita Masao² and Takahisa Omata¹

E-mail: omata@mat.eng.osaka-u.ac.jp

ZnO のバンドギャップは、通常、岩塩型 CdO との混晶化によって低エネルギー側へと制御される。しかしこのような混晶系は、カドミウムの有毒性から実用化に適しているとは言えない。我々はこれまでにウルツ鉱型関連構造(β -NaFeO₂ 型構造)の β -LiGaO₂($E_g=5.6\text{eV}$)と ZnO($E_g=3.37\text{eV}$)が、結晶構造の類似性から広い組成域で混晶を生成し、ZnO のバンドギャップを紫外域まで制御できることを報告している。本研究では、ZnO のバンドギャップを可視光域まで小さくすることを狙い、 β -LiGaO₂ と同じ β -NaFeO₂ 型構造の β -AgGaO₂($E_g=2.2\text{eV}$)と、ZnO の混晶化を試みた。

$x(\text{AgGaO}_2)_{1/2}-(1-x)\text{ZnO}$ 混晶薄膜を RF マグネトロンスパッタ法により作製した。ターゲットには β -AgGaO₂ 粉末と ZnO 粉末を種々の比率で混合したものを用いた。作製した薄膜の生成相は XRD によって同定し、組成は EDX 分析により決定した。バンドギャップは光電流スペクトルから決定した。

$0 \leq x \leq 0.33$ の組成域においてウルツ鉱型の $(1-x)\text{ZnO}-x(\text{AgGaO}_2)_{1/2}$ 混晶薄膜が得られ、AgGaO₂ は $x=0.35$ 近傍まで ZnO 中に固溶することが明らかとなった。混晶化による格子定数の変化は(Fig. 1)、 a_0 は AgGaO₂ 濃度にはほとんど依存せず一定であったが、 c_0 は AgGaO₂ 濃度とともに増加した。AgGaO₂ の固溶による格子体積の増大は、Ag⁺と Ga³⁺の平均イオン半径 745 pm が Zn²⁺のそれ(600 pm)よりも大きいことで説明される。

Fig. 2 に示すように、ZnO のバンドギャップは AgGaO₂ 濃度の増大に伴い減少し、 $x=0.33$ において最小バンドギャップの 2.55 eV($\lambda=486\text{ nm}$)に達した。混晶の最小バンドギャップは (Zn,Cd)O 系のそれと同程度であるが、本系は有毒元素を含まないという特徴を有するので、ZnO の可視光領域での実用に適している。

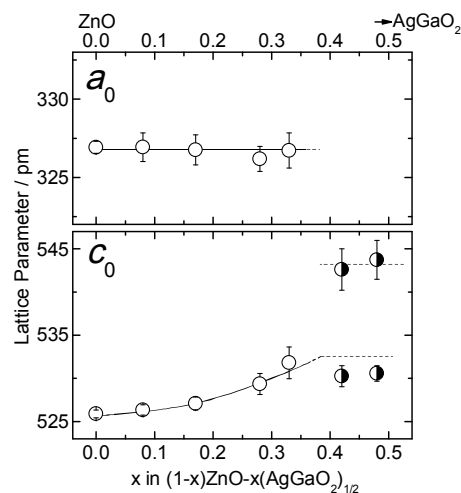


Fig. 1. Variation of lattice parameters a_0 and c_0 of $x(\text{AgGaO}_2)_{1/2}-(1-x)\text{ZnO}$ films.

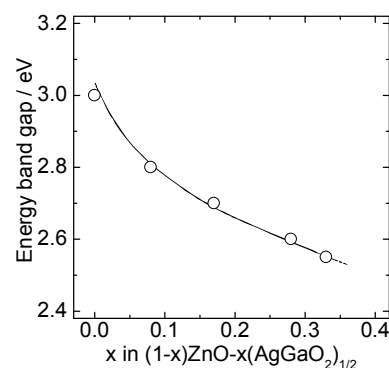


Fig. 2. Variation of the optical band gap as a function of the AgGaO₂ concentration, x . They were evaluated from the photocurrent spectra.