

不純物添加 ZnO 薄膜の極性

Polarity of impurity doped ZnO films

物材機構 °安達 裕, 大橋直樹, 坂口 勲, 羽田 肇

NIMS, °Yutaka Adachi, Naoki Ohashi, Isao Sakaguchi, Hajime Haneda

E-mail: adachi.yutaka@nims.go.jp

【はじめに】 ZnO は、高効率な発光素子や透明電極材料への応用が期待されている。ZnO は c 軸方向に自発分極を有するウルツァイト構造をとるため、最表面が Zn 原子層である c(+)極性面と、O 原子層が最表面となる c(-)極性面が存在する。この極性面の違いは ZnO の物性に大きな影響を与えるため、デバイス応用にとって ZnO 薄膜の極性制御は重要である。近年、我々は ZnO 薄膜への Al 添加により極性が制御できることを報告した[1]。本研究では、Al と同じくドナー不純物として知られている Ga、In および F の添加が、ZnO 薄膜の極性に与える影響について調査した。

【実験と結果】 不純物添加 ZnO 薄膜は PLD 法により作製した。ターゲットには固相反応法により作製した Ga、In および F 添加 ZnO セラミックスを用いた。基板には鏡面研磨した a 面サファイヤ単結晶を用いた。作製した薄膜は c 軸配向していることが X 線回折により確認された。薄膜の極性は、以下の方法により判定した。まず、作製した薄膜の上に、Mg を 10% 添加した ZnO セラミックスターゲットを用いて PLD 法で MgZnO 薄膜を蒸着する。次にその薄膜の PL 測定を行い、紫外域に観察されるバンド端近傍の発光ピーク波長を求める。このピーク波長は薄膜中の Mg 濃度に比例し、これまでの研究から、下地基板の極性以外は同じ条件で MgZnO 薄膜を成長させた場合、c(+)極性の薄膜よりも c(-)極性の薄膜のほうが Mg 濃度が大きくなることが分かっている[2]。そのため、c(-)極性の薄膜のピーク波長は c(+)極性の薄膜のピーク波長よりも短くなる。従って、バンド端近傍の発光ピーク波長を比較すれば下地基板の極性判定が可能となる。

図に、Ga を 0.5、1、2、4 mol% 添加した ZnO 薄膜の上に、MgZnO を蒸着した薄膜の PL 測定結果を示す。比較のため、無添加 ZnO 薄膜の PL 測定結果も示す。無添加、Ga 0.5 および 1 mol% 添加した薄膜のピーク波長は約 335nm であるのに対し、2、4 mol% 添加薄膜のピーク波長は約 350nm であった。この明確なピーク波長の違いは、Ga 添加により極性反転が生じていることを示しており、無添加、Ga 0.5 および 1 mol% 添加 ZnO 薄膜は c(-)極性、2 および 4 mol% 添加 ZnO 薄膜は c(+)極性であることを意味している。当日は In および F 添加 ZnO 薄膜の極性についても報告する。

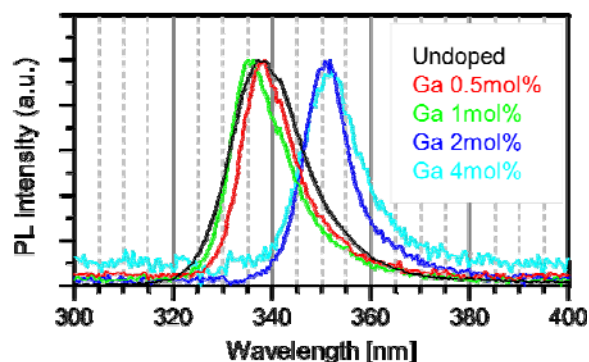


Figure 1 PL spectra of MgZnO/Ga-doped ZnO/a-face sapphire.

本研究は科研費 23626035 の助成を受けたものである。

[1] Y. Adachi et al., J. Mater. Res. 23, 3269 (2008).

[2] Y. Adachi et al., Phys. Status Solidi B, 250, 2122 (2013).