

分子線エピタキシー法による ZnCdO 薄膜の成長と評価

Characterization of ZnCdO epilayers grown by molecular beam epitaxy

○潮 昇平, 寺沢 俊貴, 岡野 友紀, 田中 徹, 齊藤 勝彦, 郭 其新, 西尾 光弘 (佐賀大院工)

°S. Ushio, T. Terasawa, Y. Okano, T. Tanaka, K. Saito, Q. Guo, M. Nishio (Saga Univ.)

E-mail : 15576003@edu.cc.saga-u.ac.jp

1 はじめに

太陽光の有効利用を意図したフルスペクトル太陽電池では、赤外から紫外に至るまでの広い波長範囲で高い透過率を有する透明導電膜が必要とされるが、現在頻繁に使用されている ITO や AZO は高い電子濃度に起因する自由キャリア吸収とプラズマ反射のため赤外域での透過率が悪く、使用に適さない。CdO はバンドギャップが約 2.3eV であり若干小さいが、高い電子移動度を有するので、低電子濃度でも低抵抗率が得られるという特徴がある[1]。ZnO との混晶化によってワイドギャップ化が可能と考えられることから、本研究では $\text{Zn}_{1-x}\text{Cd}_x\text{O}$ (ZnCdO) 混晶に着目し、分子線エピタキシー (MBE) 法による成長特性の把握を目的として、サファイア ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) 基板上に ZnCdO 薄膜の成長を行った。

2 実験方法

ZnCdO 薄膜は MBE 法により、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (0001) 基板上に成長した。Zn, Cd は各固体ソースのクレーンセルを用いて供給し、O は RF プラズマ銃を用いて、O ラジカルとして供給した。本実験では、まず基板温度 250°C で Cd フラックス一定 ($1.2 \times 10^{-4}\text{Pa}$) の下、Cd と Zn の供給フラックス比 ($f_{\text{Cd}} = [\text{Cd}] / ([\text{Zn}] + [\text{Cd}])$, 以下、Cd フラックス比) を 0.85~1 の範囲で変化させ、成長を行った。O ラジカルの供給量は全ての実験を通して一定とした。

作製した薄膜の評価には、X 線回折 (XRD)、エネルギー分散型 X 線分光法 (EDX)、分光光度計による透過率、反射率測定を用いた。

3 結果と考察

Fig. 1 に Cd フラックス比 f_{Cd} を変化させ成長した ZnCdO 薄膜の XRD プロファイルを示す。Cd フラックス比の増加により回折ピークが低角度側にシフトしていることが分かる。EDX 分析の結果、Cd フラックス比 $f_{\text{Cd}} = 0.85, 0.90, 0.95, 0.98$ において Cd 組成 $x = 0, 0.23, 0.51, 0.9$ であることが分かった。したがって、薄膜中の Cd 組成 x は Cd フラックス比 f_{Cd} に大きく依存し、 $f_{\text{Cd}} = 0.85$ では供給した Cd は全く取り込まれていないことが明らかとなった。

次に透過率、反射率測定の結果から光吸収係数を計算し、バンドギャップを求めた。Fig. 2 に Cd フラックス比を変化させ成長した ZnCdO 薄膜の光吸収係数の二乗と光子エネルギーのプロットを示す。Cd 組成 $x = 0 \sim 0.51$ の場合、バンドギャップは Cd 組成 x の増加により、3.2~2.14eV と小さくなった。また、Cd 組成 $x = 0.9$ にて、バンドギャップは 2.54eV と大きくなり、 $x = 1$ にて 2.34eV と

なった。ZnO はウルツ鉱構造、CdO は岩塩構造を有しており、ZnCdO は Cd 組成 $x = 0.7$ を境に結晶構造が異なり、バンドギャップも変化することが報告されている[2]。したがって、このバンドギャップの特異な変化は結晶構造の変化によるものであると考えられる。

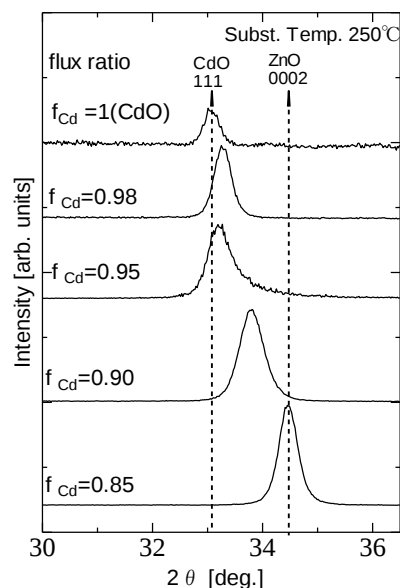


Fig. 1 XRD profiles of ZnCdO epilayers grown at various Cd flux ratios.

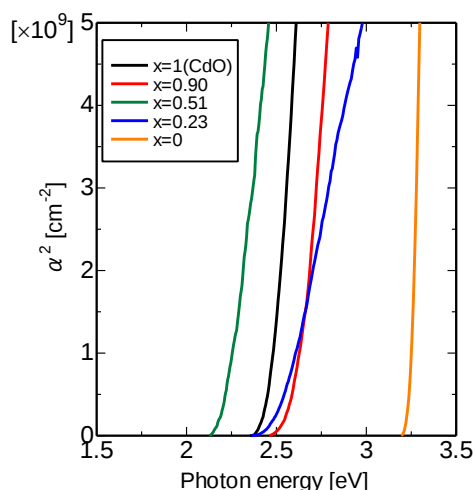


Fig. 2 $\alpha^2 - hv$ plots of ZnCdO epilayers grown at various Cd flux ratios.

参考文献

- [1] K. M. Yu et. al. J. Appl. Phys. **111** (2012) 123505.
- [2] D. M. Detert et. al. Appl. Phys. Lett. **102** (2013) 232103.