

# 可視域 ZnCdMgO 4 元混晶薄膜の RPE-MOCVD 成長と PV 特性

## Synthesis tendency ZnCdMgO alloy films by RPE-MOCVD and PV characters

静大工<sup>1</sup>, 静大院工<sup>2</sup>, °仁枝嘉昭<sup>1</sup>, 中村篤志<sup>2</sup>, 天明二郎<sup>2</sup>

Shizuoka Univ.<sup>1</sup>, Grad.School of Eng.Shizuoka Univ.<sup>2</sup>, °Y.Nieda<sup>1</sup>, A.Nakamura<sup>2</sup>, J.Temmyo<sup>2</sup>

E-mail: omaarosiosn5.mdh@gmail.com

### 1. はじめに

ZnO はウルツ鉱構造の直接遷移型の半導体である。Zn<sub>1-x</sub>Cd<sub>x</sub>O や Mg<sub>y</sub>Zn<sub>1-y</sub>O に混晶化させることでバンドギャップを制御できる<sup>1,2</sup>ため様々な光デバイスへの応用が期待される。問題点は、ZnCdO でキャリア濃度が 10<sup>19</sup> と高いことが上げられる。本研究では ZnCdO に Mg を混晶化させることにより可視域の ZnCdMgO 四元混晶の成長とその PV 特性について報告する。

### 2. 実験

成長方法はラジカルを用いた RPE-MOCVD 法を用いる。有機原料は DEZn,DMCd の供給量を固定し MeCp<sub>2</sub>Mg の供給量を変化させ水素キャリアガスでモル比を制御した。同時に O<sub>2</sub> 150sccm,H<sub>2</sub> 5sccm を混合してラジカルを供給する。RF 電力は 40W, 圧力は 0.1Torr, 基板温度は 400℃とし a 面サファイア上に c 面成長を成長を行った。光学特性を分光透過率で測定し、結晶構造解析を XRD で行った。またショットキー電極は PEDOTPSS, n 電極は Ti/Au を用いたショットキー接合を形成し IV 特性を測定することで薄膜の基礎特性を評価した。

### 3. 結果と考察

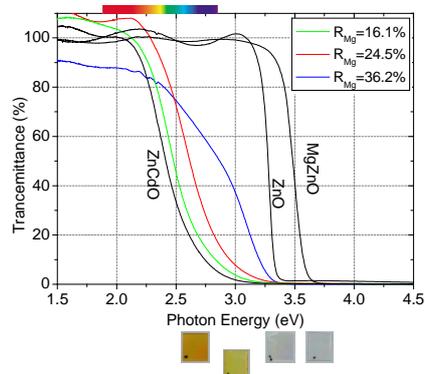
分光透過率測定による結果を Fig.1 に示す。MeCp<sub>2</sub>Mg の供給比 R<sub>Mg</sub>(%)=[MeCp<sub>2</sub>Mg]/([DEZn]+[DMCd]+[MeCp<sub>2</sub>Mg])×100 と定義する。出発材料である ZnCdO から MeCp<sub>2</sub>Mg の供給比を増加させるとブルーシフトしていくのがわかる。分光透過率スペクトルからバンドギャップの算出をした。ZnCdMgO でバンドギャップを 2.82±Eg±3.24 まで制御することができた。次に Fig2 に XRD 測定の結果を示す。回折パターンからウルツ鉱構造を保ち c 面成長していることが確認され、Mg の供給比を増加させると c 軸長が短くなる。Mg<sup>2+</sup>(0.57Å)のイオン半径が Cd<sup>2+</sup>(0.78Å)よりも小さいことによるものである。

ZnCdMgO に XPS 測定を行い組成分析を行った。Cd が 9.4%, Mg が 2.6%取り込まれていることが確認された。またキャリア濃度を測定すると ZnCdO では 3.1×10<sup>19</sup>cm<sup>-3</sup>であるのに対して ZnCdMgO の R<sub>Mg</sub>=24.5%のものでキャリア濃度は 3.6×10<sup>18</sup>cm<sup>-3</sup>と一桁ほどキャリア濃度を低減させることができた。Mg を混晶化させることによりアクセプタ準位ができ、補償されるためである。R<sub>Mg</sub>=24.5%の ZnCdMgO で暗電流下と Xe ランプ照射下で IV 測定を行った結果を Fig.3 に示す。開放電圧 V<sub>OC</sub>=0.18V となり光起電力が得られた。

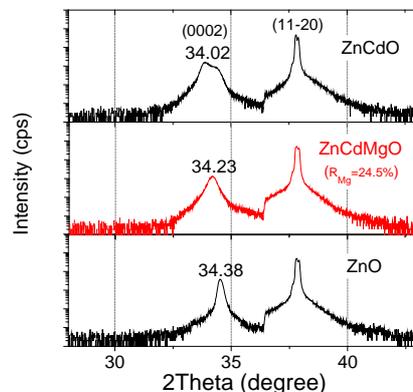
本研究を通して ZnCdMgO 混晶の PV セルとしての適応性を示せた。

### 5. 参考文献

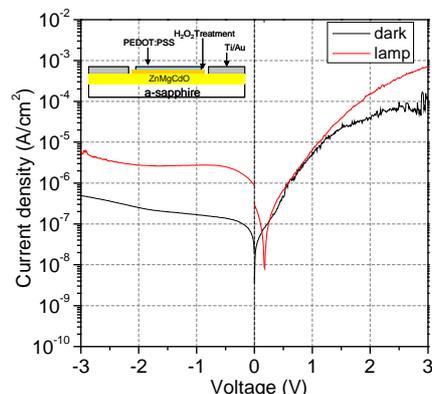
[1] K. Yamamoto, T. Tsuboi, T. Ohashi, T. Tawara, H. Gotoh, A. Nakamura, J. Temmyo, J. Crystal Growth 312 (2010) 1703.[2] M. Suzuki, S. K. Mohanta, A. Nakamura, J. Temmyo, films by RPE-MOCVD, 2012SSDM, Kyoto, Sept. 25-28, 2012, PS-8-3.3) N. Ohmura, S. K. Mohanta, A. Nakamura, J. Temmyo IC II-VI compounds and related material, Nagahama, Sept. 9-13, 2013, Tu-P10(posters)



Figs1. Transmittance spectra of ZnCdMgO



Figs2. XRD pattern of ZnCdMgO



Figs3. PV performance in dark and in xenon ramp