

岩塩構造 MgZnO/MgO 量子井戸における量子閉じ込め効果 Quantum confinement effect in rocksalt-structured MgZnO/MgO quantum wells

工学院大¹, 京大院工², [○]工藤 幹太¹, 石井 恭平², 小野 瑞生¹, 藤原 有基¹,
金子 健太郎², 山口 智広¹, 本田 徹¹, 藤田 静雄², 尾沼 猛儀¹

Kogakuin Univ.¹, Kyoto Univ.², [○]K. Kudo¹, K. Ishii², M. Ono¹, Y. Fujiwara¹,
K. Kaneko², T. Yamaguchi¹, T. Honda¹, S. Fujita², and T. Onuma¹

E-mail: s415014@ns.kogakuin.ac.jp

【はじめに】岩塩構造酸化マグネシウム亜鉛 (RS-Mg_xZn_{1-x}O) はワイドギャップ半導体の一つとして、VUV 領域の発光材料としての応用が期待される。これまでに、ミスト化学気相成長(ミスト CVD)法を用い、酸化マグネシウム (MgO) モル分率 $x > 0.5$ の RS-Mg_xZn_{1-x}O 薄膜を製作し[1]、深紫外線領域での発光の観測に成功した[2]。

本研究では、ミスト CVD 法によって製作された RS-Mg_xZn_{1-x}O/MgO 量子井戸 (QW) 構造における量子閉じ込め効果を、光学的測定から明らかにすることを目的とした。

【実験】光学測定では、光路を窒素充填することにより、120 nm まで測定が可能なシステムを用いた。量子井戸における遷移エネルギーを計算から求め、実験値と比較した。

【結果と考察】6 K におけるカソードルミネッセンス(CL)スペクトルを図 1 に示す。薄膜に対し、QW 試料ではピークエネルギーが、0.101~0.207 eV だけ高エネルギー側へシフトした。薄膜では、ピークの高エネルギー側に裾が観測された。QW 試料でも高エネルギー側にショルダーが観測されたが、MgO 基板由来の発光の可能性もある。得られたピークエネルギーを図 2 に▲で示す。これに対し、計算から遷移エネルギーを求める。まず、WIEN2k を用いて電子状態計算を行い、RS-MgO、RS-ZnO の有効質量を算出した。そして、ベガード則から $x=0.92$ で $m^*_e=0.242m_0$ 、 $m^*_h=2.21m_0$ と見積もった。得られた有効質量と RS-Mg_{0.92}Zn_{0.08}O のバンドギャップ(6.5 eV) (図 2 の◆) [2]、XPS 測定から得られたバンドオフセット値[3]を用いて、室温での遷移エネルギーを算出した。算出した遷移エネルギーを図 2 に■で示す。比較として、文献の有効質量から算出した遷移エネルギーを図 2 に■で示す。しかし、6 K での発光ピーク値には、ストークス様シフト[2]とバンドギャップの温度変化が含まれるため、遷移エネルギーから 0.67 eV を減じた値を白抜き点で示す。QW 試料における CL ピーク値が、計算値と同様に高エネルギー側にシフトしていることが分かる。これらの結果は、RS-Mg_xZn_{1-x}O/MgO QW における量子閉じ込め効果の存在を示唆している。

【謝辞】本研究の一部は科研費 (#17H01263) の援助を受けた。

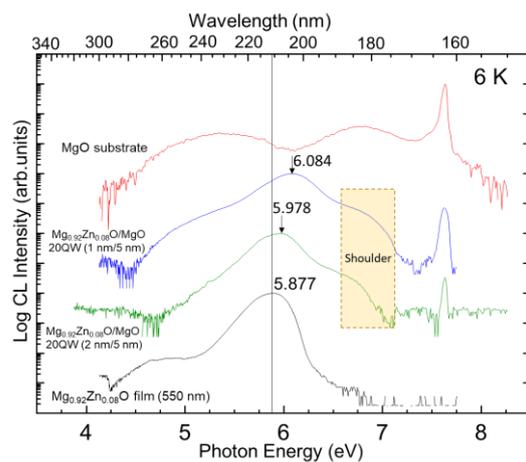


Fig. 1 CL spectra of Mg_{0.92}Zn_{0.08}O/MgO MQWs and Mg_{0.92}Zn_{0.08}O film at 6 K.

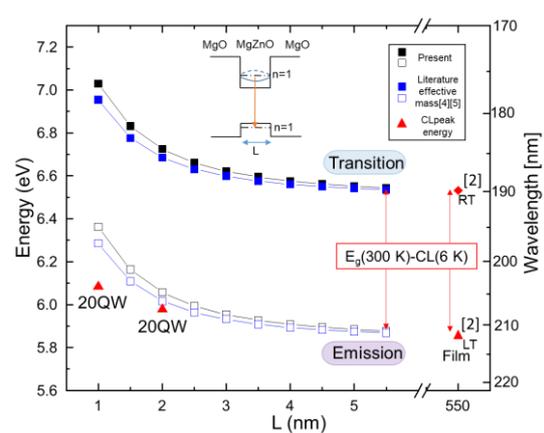


Fig. 2 Well width dependences of transition energies at RT and CL peak energies at 6 K.

【参考文献】 [1] K. Kaneko *et al.*, Appl. Phys. Express **9**, 111102 (2016). [2] T. Onuma *et al.*, Appl. Phys. Lett. **113**, 061903 (2018). [3] K. Ishii *et al.*, The 37th EMS, Nagahama, Shiga, Japan, Oct.10 (2018), We2-16. [4] S. Adachi, Properties of Group-IV, III-V and II-VI Semiconductors (John Wiley & Sons, Ltd, West Sussex, UK, 2005). [5] W.A. Harrison, Electronic Structure and the Properties of Solids (Dover Publications Inc., New York, 2012).