

無極性 ZnO/ZnMgO 量子井戸の量子閉じ込めシュタルク効果 Quantum confined Stark effect in non-polar ZnO/ZnMgO quantum wells

鳥取大院工 ○山本 真也, 本山 達也, 山本 敦史, 岩ヶ下 翔平

阿部 友紀, 笠田 洋文, 安東 孝止, 市野 邦男

Information & Electronics Dept. Tottori Univ.: ○M. Yamamoto, T. Motoyama, A. Yamamoto,

S. Iwagashita, T. Abe, H. Kasada, K. Ando, K. Ichino

E-mail: m14t3031@faraday.ele.tottori-u.ac.jp

【研究背景と目的】

ワイドギャップ半導体である ZnO (酸化亜鉛) は, 3.37eV の紫外バンドギャップエネルギー, 室温で 60 meV と非常に高い励起子結合エネルギーを持つことから, ZnO は青色～紫外光波帯の光デバイス材料として有望視されている. 中でも, 高い励起子結合エネルギーを利用した高速紫外光変調器への応用が期待されている. 我々は紫外光変調器への応用を目指し, MBE 成長を用いた ZnO/ZnMgO 量子井戸での Stark 効果による電界光変調動作の検証を目的とした. 極性を持つ ZnO/ZnMgO 量子井戸では, 内部電界により, 光学特性に悪影響を及ぼすことが懸念されているため, 無極性 ZnO/ZnMgO 量子井戸を作製した. 電界変調吸収分光 (Electro-Absorption: EA) 測定において, 電界変調信号が検証されたので報告する.

【素子作製方法及び実験方法】

1. RS-MBE 法を用い, 両面研磨 r-plane sapphire 基板上に, LT-ZnO buffer 層, HT-ZnO buffer 層を成長させ ZnO/ZnMgO 量子井戸を作製. (Fig. 1)
2. 濃度比 $\text{H}_3\text{PO}_4:\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7:\text{H}_2\text{O} = 1:2:300$ を用い, 試料の下部 ZnMgO:Ga 層までエッチング. (Fig. 1)
3. インクジェット法を用いて, 素子表面に有機透明導膜 PEDOT:PSS の塗布. (Fig. 1)
4. 下部電極を In, 上部電極を PEDOT:PSS として電界を印加. (Fig. 1)
5. 光源に分光した Xe ランプを用い, 室温で EA 測定 (周波数: 1 kHz, AC: ± 2 V) .

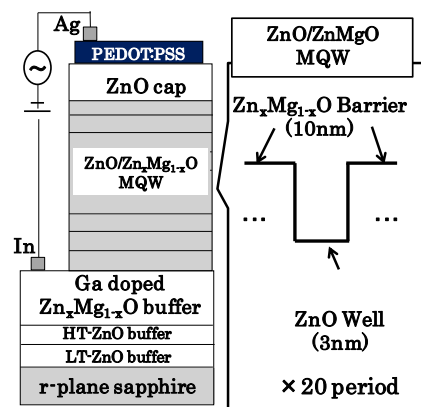


Fig. 1 : Sample structure

【結果と考察】

RHEED 観察及び XRD 測定の結果, 作製した量子井戸は無極性の a 面 ZnO/ZnMgO 量子井戸であることがわかった. Fig. 2 は室温で測定した EA スペクトルである. 図中の矢印は, 励起子遷移エネルギーを示している. 逆バイアスを印加すると, 励起子遷移エネルギーがレッドシフトをしている. シフト量は逆バイアス 2 V 印加時を基準として, 10 V 印加時に約 40 meV であった. これは外部電界によって, 量子閉じ込めシュタルク効果が働いたためだと考えられる. また, 以前の研究において, 極性量子井戸でのシュタルクシフトは逆バイアス 2 V 印加時を基準として, 6 V 印加時に 20 meV のブルーシフトであった(逆量子閉じ込めシュタルク効果). これらの結果は, 極性量子井戸では約 1MV/cm のピエゾ電界がかかっているのに対して, 無極性量子井戸にすることでピエゾ電界がなくなるためである. また, 無極性量子井戸では急峻な励起子吸収ピークが観測され, 電解による励起子解離が抑えられたと考えられる.

【謝辞】

本研究は, 鳥取大学ベンチャービジネスラボラトリーの協力の下に行った.

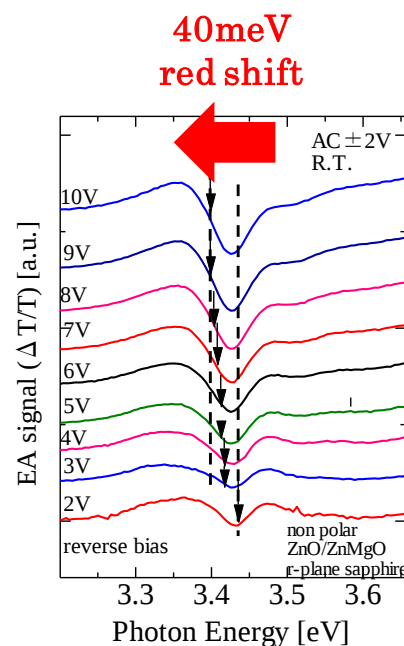


Fig. 2 : EA spectra