

研究 成 果 報 告 書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		ワイドギャップ強誘電体を用いた酸化物量子井戸構造の形成			
研究テーマ (欧文) AZ		Formation of oxide quantum well structures based on wide-gap ferroelectric materials			
研究氏 代 表 名 者	カナ CC	姓) マツイ	名) ヒロアキ	研究期間 B	2007 ~ 2008 年
	漢字 CB	松井	裕章	報告年度 YR	2009 年
	ローマ字 CZ	Matsui	Hiroaki	研究機関名	大阪大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		松井裕章、大阪大学ナノサイエンス・ナノテクノロジー研究推進機構・特任助教			
<p>概要 EA (600 字～800 字程度にまとめてください。)</p> <p>GaN や GaAs に代表される化合物半導体は、電子や励起子の量子閉じ込め効果により、際立った光学・電子特性を発現し、光・エレクトロニクス分野の発展に寄与してきた。量子構造の形成に向けて、ZnO の場合は、ZnO よりもワイドギャップ半導体である MgZnO を用いる。一方、酸化物は、強誘電性や強磁性体等の様々な物性を示す魅力ある材料である。本研究では、性質の異なる異種物質間で形成されるヘテロ構造に注目した。本研究で扱った LiNbO₃ は、ワイドギャップ絶縁体であり、室温にて強誘電性を示し、仮に、LiNbO₃/ZnO 量子構造が形成可能であれば、ZnO の分極効果を活かした電子輸送デバイスの構築が期待される。</p> <p>本研究では、LiNbO₃/ZnO ヘテロ構造の形成に関する研究比較として、MgZnO/ZnO 量子井戸の作製を行った。酸素極性 Mg_{0.20}Zn_{0.80}O/ZnO 量子井戸は、パルスレーザー堆積法を用いて作製された。吸収分光から、井戸内で量子化された励起子吸収ピークが観測され、更に、発光評価から、量子井戸に起因した励起子発光が確認された。次に、LiNbO₃/ZnO ヘテロ成長を実施した。リチウム(Li)は蒸気圧が極めて高い元素のため、Li 過剰ターゲットを用いて LiNbO₃ 薄膜の化学量論比(ストイキオメトリー)を維持した。LiNbO₃ 薄膜は、基板温度 600°C、酸素分圧 1.0 Pa において、酸素極性 ZnO(000-1)基板上に成長させた。X線回折から、六回対称性を維持したエピタキシャル成長を示すことを確認した。更に、同条件下において、LiNbO₃ 及び ZnO の超格子構造を形成した。吸収分光から、ZnO 及び LiNbO₃ に起因するピークが観測され、更に、MgZnO/ZnO 量子井戸において観測された量子化準位に起因するピークと類似した吸収ピークを見出した。しかし、LiNbO₃/ZnO 量子井戸からの発光は観測出来なかった。2 次イオン質量分析(SIMS)から、Li 元素の ZnO 層への拡散が見られ、ZnO 井戸層からの発光が、Li 不純物により抑制されと考慮される。本研究では、高結晶性を維持するため高温成長(600°C)を採用した。しかし、Li 元素の拡散を抑制するためには、400°C の低温成長を行う必要がある。</p>					
キーワード FA		量子井戸	強誘電体	MgZnO	ZnO

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）										
雑誌	論文標題 ^{GB}	Growth evolution of surface nanowires and large anisotropy of conductivity on MgZnO/ZnO quantum wells based on M-nonpolar (10-10) ZnO								
	著者名 ^{GA}	H. Matsui, N. Hasuike, H. Harima and H. Tabata	雑誌名 ^{GC}	Journal of Applied Physics						
	ページ ^{GF}	094309(1)~094309 (6)	発行年 ^{GE}	2	0	0	8	巻号 ^{GD}	104	
雑誌	論文標題 ^{GB}	In-plane anisotropy of polarized photoluminescence in M-nonpolar ZnO and multiple-quantum wells								
	著者名 ^{GA}	H. Matsui and H. Tabata	雑誌名 ^{GC}	Applied Physics Letters						
	ページ ^{GF}	161907 (1)~161907 (3)	発行年 ^{GE}	2	0	0	9	巻号 ^{GD}	94	
雑誌	論文標題 ^{GB}									
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}							
	ページ ^{GF}	~	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}		
図書	著者名 ^{HA}	H. Matsui and H. Tabata								
	書名 ^{HC}	Electro-magneto-optics in polarity-controlled quantum structures based on ZnO								
	出版者 ^{HB}	Springer	発行年 ^{HD}	2	0	0	9	総ページ ^{HE}	<i>in-press</i>	
図書	著者名 ^{HA}	H. Matsui and H. Tabata								
	書名 ^{HC}	Lateral surface nanowires and quantum structures on ZnO								
	出版者 ^{HB}	In-Tech	発行年 ^{HD}	2	0	1	0	総ページ ^{HE}	<i>in-press</i>	

欧文概要 EZ

Compound semiconductors based on GaN and GaAs have shown conspicuous optical and electronic properties, which contributes to development of optoelectronics until now. For fabrications of quantum well structures based on ZnO, MgZnO alloys are well used as a quantum barrier layer. On the other hand, oxides are interesting materials with various properties such as ferroelectric and ferromagnetic character. In this work, we focused on heterostructures consisted of dissimilar materials. LiNbO₃ used in this study is a wide gap insulator and shows ferroelectric behavior at room temperature. If it were to fabricate a quantum structure based on LiNbO₃ and ZnO, it is expected to fabricate electronic devices with a polarization effect.

We fabricated MgZnO/ZnO quantum wells as a referred data of LiNbO₃/ZnO heterostructures. O-polar Mg_{0.20}Zn_{0.80}O/ZnO quantum wells were grown by a pulse laser ablation technique. From absorption spectroscopy, we observed excitonic peak based on quantized levels in the wells. Furthermore, excitonic luminescence was seen in the quantum wells, as confirmed from photoluminescence spectroscopy. Next, we carried out fabricating LiNbO₃ layers grown heteroepitaxially on O-polar ZnO (000-1) substrates. Stoichiometric LiNbO₃ was achieved using Li-rich LiNbO₃ targets since Li has a high pressure of steam at low temperatures. LiNbO₃ layers were grown on the ZnO substrates at 600°C in an O₂ pressure of 1.0 Pa. X-ray diffraction measurements revealed that the obtained layers had epitaxial growth with a six-fold symmetry. Furthermore, we developed for fabrications of LiNbO₃/ZnO superlattices at the same conditions. From the absorption measurements, the broad absorption peak, which was similar to quantized levels observed on the MgZnO/ZnO QWs, were observed in addition to the peaks of ZnO and LiNbO₃. However, we could not observe a PL peak from the LiNbO₃/ZnO superlattices. Secondary mass ion spectroscopy (SIMS) revealed that Li element thermally diffused from LiNbO₃ layers to ZnO wells. Therefore, PL emissions from ZnO layers were suppressed due to thermal diffusion of Li atoms. In this work, the high temperature growth of 600°C was employed to retain high crystallinity. However, it is indispensable to carry out low temperature growth around 400°C in order to suppress the thermal diffusion of Li atoms.