

研究テーマ (和文) AB		強磁性体ナノクラスタ列による磁気メモリ／論理素子のボトムアップ形成			
研究テーマ (欧文) AZ		Bottom-Up Fabrication of Magnetic Memory and Logic Devices by Ferromagnetic Nanocluster Arrays			
研究氏 代表名 者	カナ CC	姓) ハラ	名) シンジロウ	研究期間 B	2012 ~ 2013 年
	漢字 CB	原	真二郎	報告年度 YR	2013 年
	ローマ字 CZ	Hara	Shinjiro	研究機関名	北海道大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		北海道大学 量子集積エレクトロニクス研究センター・准教授			
概要 EA (600 字～800 字程度にまとめてください。)					
<p>本研究では、磁性金属ナノドット列による磁気論理素子や磁性金属ナノワイヤによる磁気メモリ等の次世代素子応用を目指し、独自のボトムアップ型作製技術を駆使した強磁性体 MnAs ナノクラスタ列構造の作製と磁気物性評価を行った。プラズマ CVD により GaAs (111)B 基板に SiO<sub>2</sub> 膜を 20 nm 堆積後、電子線リソグラフィとドライエッチングにより GaAs 表面を露出させた約 500 x 100 nm<sup>2</sup> の周期的開口パターンを有する「マスク基板」を作製し、有機金属気相選択成長(SA-MOVPE)法によるナノ構造作製を行った。周期的開口部にのみ AlGaAs をバッファ層とした MnAs ナノクラスタ列を形成し、主にレーストラック型磁気メモリ応用を目的として、隣接するナノクラスタ端面の接合により横型 MnAs ナノワイヤを作製した。サイズ均一性は依然低いが、格子不整合系にも関わらず、〈-110〉方向の長さ 4.5 μm(最長)、幅 300 nm の MnAs ナノワイヤを実現した。1,000 G の外部磁場を印加後、磁気力顕微鏡により種々のナノワイヤの磁区構造を評価した結果、長さ 1.5 μm の構造では全て単磁区を示す一方、長さ 2.0 μm 以上のナノワイヤでは〈-110〉方向に多磁区を形成することが分かった。ナノワイヤの幅が 700 nm 以上の場合、〈-110〉方向と垂直な〈-211〉方向に多磁区を形成するが、2,000 G の外部磁場を印加した結果、単磁区に変化した。以上の結果は、横型 MnAs ナノワイヤの磁区構造を外部磁場とナノワイヤの形状磁気異方性により制御可能であることを示している。最後に、非晶質ガラス等の安価な基板における SA-MOVPE 技術実現の端緒として、ガラス基板上の非晶質 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜の結晶化と、それによる AlGaAs ナノ構造バッファ層の選択形成実験を行った。AlGaAs ナノ構造成長前の Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜の熱処理(975°C)により部分的にγ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 結晶が形成され、その上にほぼ〈111〉B 配向した AlGaAs ナノ構造を作製した。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜の結晶化条件の最適化等によりナノ構造のサイズ均一性向上を目指す。</p>					
キーワード FA	MOVPE 選択成長	ボトムアップ	強磁性体ナノクラスタ	MnAs	

(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 <sup>GB</sup>	“Difference in Formation of Ferromagnetic MnAs Nanoclusters on III-V Semiconducting Nanowire Templates” (Invited Paper)								
	著者名 <sup>GA</sup>	S. Hara, H. Fujimagari, S. Sakita, M. Yatago	雑誌名 <sup>GC</sup>	Nanoepitaxy: Materials and Devices V, Proceedings of SPIE (SPIE, Bellingham, Washington)						
	ページ <sup>GF</sup>	88200V-1~88200V-12	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	3	巻号 <sup>GD</sup>	Vol. 8820	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	“Bottom-Up Formation of Vertical Free-Standing Semiconductor Nanowires Hybridized with Ferromagnetic Nanoclusters” (Invited Paper)								
	著者名 <sup>GA</sup>	S. Hara	雑誌名 <sup>GC</sup>	Materials Science Forum, Proceedings of THERMEC 2013 (Trans Tech Publications Ltd., Switzerland)						
	ページ <sup>GF</sup>	6 pp. (総ページ)	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	4	巻号 <sup>GD</sup>	in press	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>									
	著者名 <sup>GA</sup>			雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	~	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>		
図書	著者名 <sup>HA</sup>									
	書名 <sup>HC</sup>									
	出版者 <sup>HB</sup>			発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>									
	書名 <sup>HC</sup>									
	出版者 <sup>HB</sup>			発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	

#### 欧文概要 EZ

In this study, we investigated bottom-up fabrication of ferromagnetic nanocluster (NC) arrays for future magnetic memory and logic device applications. The fabrication process of MnAs NC arrays on GaAs (111)B substrate is as follows: After the deposition of 20-nm-thick SiO<sub>2</sub>-mask films by plasma-enhanced CVD, the rectangular mask openings were designed to have 500 nm long and 100 nm wide, and arranged in the <-110> direction of the substrate, using electron beam lithography and reactive ion etching. MnAs NCs with AlGaAs buffers were finally grown by selective-area MOVPE. We formed lateral MnAs nanowires (NW), whose length are longer than 1 μm, by connecting the adjacent MnAs NCs each other. SEM and AFM were used for structural characterizations, and MFM for magnetic domain (MD) observations of MnAs NWs. We observed that MnAs NWs were grown selectively on AlGaAs buffers. The size uniformity of the NWs was still poor. However, we estimated that typical lateral MnAs NW had about 4.5 μm long and 300 nm wide as a result of the connection between the adjacent MnAs NCs. For lateral MnAs NWs after applying magnetic fields, **B**, of 1,000 G, we observed that MnAs NWs were magnetized parallel to the NWs in the <-110> direction of the substrate. The observed MnAs NWs with the length of about 1.5 μm or less showed a single MD. However, in the MnAs NWs with the length of about 2 μm or more, multi-MDs were formed in the <-110> direction of the substrate. The results indicate that MD wall motion can be tuned along the NWs in the <-110> direction. In the MnAs NWs with the width of 700 nm or more, we observed that multi-MDs were formed in the <-211> direction, i.e. perpendicular to the NWs. These results are possibly due to the effect of magnetic shape anisotropies. After applying **B** of 2,000 G in the <-110> direction, we observed that multi-MDs changed to a single MD in the NWs, as compared with the case of **B** of 1,000 G. These results show that it is possible to control MDs in lateral MnAs NWs by means of the shape and size of NWs and the applied **B**. As the first demonstration of selective-area MOVPE of nanostructures on an amorphous substrate, finally, we formed AlGaAs NCs on SiO<sub>2</sub>-masked Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> films deposited on a glass substrate. That was possibly because amorphous Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> films were partially crystallized (to γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) by thermal annealing at 975°C. It will be possible to realize nanostructure devices on a glass substrate by our method in future.