

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		新しい酸化物材料構造としての酸化物ナノ結晶堆積相の提案と理解			
研究テーマ (欧文) AZ		Nanocrystals as a new precursor for metal-oxide devices			
研究氏 代表 名 者	カタカナ CC	姓) タカミ	名) セイイチ	研究期間 B	2008 ~ 2009 年
	漢字 CB	高見	誠一	報告年度 YR	2010 年
	ローマ字 CZ	Takami	Seiichi	研究機関名	東北大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		多元物質科学研究所・准教授			
概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)					
<p>近年、ナノ粒子の分散溶液を基板上に印刷・乾燥することで電子回路を形成する手法が提案されている。その一例として、半導体特性を示すナノ粒子の分散液を用いた電界効果トランジスタ、発光素子、太陽電池、センサーの形成が挙げられる。この手法を、金属酸化物を構成要素とするデバイスに適用できれば、低温・低コストで高速に酸化物デバイスを形成できるであろう。そこで本研究では、様々な金属酸化物半導体ナノ結晶を合成すると共に、その分散液を基板上に堆積して、電界効果型トランジスタの形成と評価を試みた。</p> <p>流通式水熱合成装置を用い、金属塩の水溶液を高圧下で加熱して酸化物ナノ結晶を水熱合成した。その後、SiO₂/Si 基板上に Au 電極を形成したボトムゲート基板上に酸化物ナノ結晶の水中分散液をに滴下、乾燥してトランジスタ構造を形成した。</p> <p>まず、高温高圧水中での水熱合成により、ZnO, TiO₂, NiO など n 型、p 型の酸化物半導体ナノ結晶の合成に成功した。以下では、p 型を示す NiO ナノ結晶の構造解析とデバイス形成の概要を示す。合成した NiO ナノ結晶は厚さ約 10 nm、直径 100~500 nm 程度の板状であり、バルク NiO と同様に NaCl 構造の結晶形を有していた。合成した NiO ナノ結晶の分散液の UV-vis 吸収スペクトルより評価したバンドギャップは 3.45 eV であり、バルクの値 (3.7 eV) と同程度であった。次に、NiO ナノ結晶の水中分散液を滴下・乾燥して形成したトランジスタ構造を形成した。基板上面の電極をソース、ドレインとして、シリコン基板をゲートとしてデバイス構造のトランジスタ特性を評価した結果を図2に示す。高ゲート電圧下でも飽和領域に到達しないことから、電界が十分にナノ結晶にかかっていないことが示唆されるものの、NiO ナノ結晶を堆積した構造が、p 型のチャネル材料として動作することを確認した。</p>					
キーワード FA	ナノ粒子	電界効果トランジスタ	水熱合成	半導体	

(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}	超臨界流体を用いた機能性ナノ粒子の合成							
	著者名 ^{GA}	高見誠一・南 公隆・北條大介・有田稔彦・阿尻雅文	雑誌名 ^{GC}	The Journal of the Vacuum Society of Japan					
	ページ ^{GF}	550~556	発行年 ^{GE}	2	0	0	9	巻号 ^{GD}	52
雑誌	論文標題 ^{GB}	Continuous hydrothermal synthesis of nickel oxide nanoplates and their use as nanoinks for p-type channel material in a bottom-gate field-effect transistor							
	著者名 ^{GA}	Seiichi Takami, Ryoma Hayakawa, Yutaka Wakayama and Toyohiro Chikyow	雑誌名 ^{GC}	Nanotechnology					
	ページ ^{GF}	134009-1~134009-4	発行年 ^{GE}	2	0	1	0	巻号 ^{GD}	21
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}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}			発行年 ^{HD}				総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}			発行年 ^{HD}				総ページ ^{HE}	

欧文概要 EZ

Recently, semiconducting nanocrystals have attracted much interest as a component of electronic devices. For instance, a dispersion liquid of semiconducting nanocrystals was studied as an ink to print electronic devices including field-effect transistors, light-emitting devices, solar cells, and sensors. Their use in fabricating electronic devices has merits including cost, processing temperature, and time required for fabrication. So far, nanocrystal field-effect transistors have been prepared using CdSe, PbSe, ZnO, ZnO-In₂O₃, ZnO-Ga₂O₃, InO₂, and SnO₂ nanocrystals as n-type semiconducting materials and/or HgTe, PdS, and PbSe nanocrystals as p-type materials. However, no study has been reported on the use of p-type metal oxide nanocrystals to fabricate field-effect transistors. Metal oxides show various desirable properties including magnetism, ferroelectricity, multiferroicity, and photoluminescence. They also have important practical properties, such as safety and stability in air and water. Therefore, the use of p-type metal oxide nanocrystals in electrical devices should facilitate the fabrication of electronic devices based on these properties and enhance their application.

In this research, we studied continuous hydrothermal synthesis of ZnO and NiO nanoplates and their use in a field-effect transistor as a n-type and p-type semiconducting channel material. For instance, nickel oxide nanoplates were continuously synthesized by hydrothermal reaction using a flow-type reactor. The products had a thickness of ~10 nm and lateral size of 100~500 nm. The nanoplates were purified and drop-cast on a bottom-gate substrate and used as the channel material in a field-effect transistor after annealed at 300°C. The Id-Vd profile of the prepared field-effect transistor showed that the NiO nanoplates worked as the p-type semiconductor. This result suggests that various electronic devices can be prepared using metal oxide nanomaterials, which exhibit various properties including magnetism, ferroelectronics and catalysis as well as the stability and safety in air and water.