

第6回 北陸銀行若手研究者助成金 研究実績報告書

氏名	所属・職名	助成金額	
川江 健	理工研究域電子情報学系・准教授	750,000円	
研究課題名	モノレイヤー物質を用いた新規ナノヘテロデバイスの創製と超機能の探索		
研究の概要	<p>本研究の目的は、次世代の半導体材料であるモノレイヤー-MoS₂に対し、そのポテンシャルを最大限に発揮できるナノヘテロデバイス構造の創製および未踏の超機能を探索することである。</p> <p>具体的には、Ca₂Nb₃O₁₀ (CNO) ナノシートをゲート絶縁膜とした CNO/MoS₂ ナノヘテロデバイスをダメージフリーで作製し、モノレイヤー-MoS₂の本質的課題(極限的な低次元構造である為に脆弱)を克服した革新デバイス構造を実現する。さらに、CNOをテンプレートとした強誘電体ゲート FET 形成まで発展させ、巨大分極誘起(100μC/cm²超)による高濃度キャリア変調に基づくモノレイヤー-MoS₂の未踏領域に隠れた超機能・新規物性を探索する。</p>		
研究の成果	<p>当初の目標である CNO/MoS₂ ナノヘテロデバイス構造の形成、および CNO をゲート絶縁膜とした MISFET の形成・動作を実証することに成功した。また、本構造とすることにより、MoS₂へのプロセスダメージを大幅に軽減(高いキャリア移動度を維持)することが可能であることを明らかにした(研究成果発表状況1)。</p> <p>一方、CNO/MoS₂ ナノヘテロ構造上への強誘電体 BFO 堆積に関して、当初の目標とする構造は形成可能であることを確認したが、BFO を結晶化させるプロセス温度が高温であることに由来した MoS₂ チャンネルの劣化も確認された。対策として、プロセス温度の大幅な低減を図る必要がある。また、本研究課題の最終目標である強誘電体の巨大分極誘起能を活用した MoS₂ の超機能探索に関する予備的な試みとして、BFO に代わる有機強誘電体 VDF/TrFE を用いた FET 構造の形成および電気特性の検証を実施した。結果として、VDF/TrFE をゲート絶縁膜とした良好な FET 動作に加え、VDF/TrFE に書き込まれた自発分極による MoS₂ チャンネルの変調に世界で初めて成功した(研究成果発表状況2,3)。なお、本成果は応用物理学会北信越支部より講演奨励賞を受賞するに至っている。</p>		
研究成果発表状況	<ol style="list-style-type: none"> 1. T. Kobayashi, T. Kawae et al., Fabrication and characterization of ns-CNO/MoS₂ MISFET structure, 7th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials 2. S. Hirose, T. Kawae et al., Fabrication of MoS₂-FET with ferroelectric VDF/TrFE copolymer gate structure, 7th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials 3. 広瀬宗一郎、川江 健 他、有機強誘電体ゲート MoS₂-FET 構造の作製, 第62回 応用物理学会春季学術講演会 <p>上記の他、2件の国際会議、5件の国内学会報告がある。</p>		
経費の執行状況	区分	執行額(円)	備考
	物件費	289,770	表面解析用 AFM カンチレバー、デバイスプロセス用機器類(ピーカー等)、フォトリソプロセス用薬品(レジスト、現像液)、プロセス・解析雰囲気用乾燥ガス
	旅費	460,230	国際固体素子材料会議(SSDM2014、つくば)、9th Asian Meeting on Ferroelectricity and 9th Asian Meeting on Electroceramics(上海)、7th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials(名古屋)、応用物理学会学術講演会(札幌、神奈川)

