


平成 27 年度 新任助教研究助成 採択者

〔研究者〕	
	氏名 川那子 高暢 (カワナゴ タカマサ) 所属 量子ナノエレクトロニクス研究センター 職名 助教
〔タイトル〕	
自己組織化単分子膜を用いたゲートスタック技術の開発とナノ電子デバイス応用	
〔研究の概要〕	
<p>自己組織化単分子膜 (Self-Assembled Monolayer: SAM) を用いたゲートスタック技術を確立し、新機能を有する電子デバイス開拓に向けた異種材料の界面設計を行う。自己組織化プロセスによって高密度に単分子層 1 層のみが材料表面上に形成される SAM は、数 nm の極薄膜厚領域においても再現性良く高い絶縁特性を得られるため、ナノスケール電子デバイスのゲート絶縁膜として非常に有望と考えられる。さらに SAM は多様な材料および構造の設計が可能であり、半導体材料とゲート絶縁膜材料により形成される Metal-Insulator-Semiconductor (MIS) 界面の設計によって新機能の開拓が期待できる。ナノ電子デバイスの研究において特に関心を抱いていることが 2 つある。1 つは、ナノスケールの微細な構造の作製手法である。もう 1 つは、絶縁膜/半導体の異種材料界面である。上記の 2 つの関心に対して、SAM は非常に適した系と考えられる。SAM の自己組織化によって微細な構造を作製し、SAM の多様な化学構造を用いて界面を設計することで、素子性能の制御及び新機能の開拓を行うことが本研究最大の動機である。</p>	
〔オリジナリティ〕	
<p>本研究の特色はキャリアが伝導する半導体材料ではなく、ゲート絶縁膜を含む MIS 界面構造に特徴を持たせることで、新機能の開拓とナノ電子デバイス応用を目指すことである。新機能の開拓には異種材料界面が重要な役割を果たすため、MIS 構造界面を分子・原子スケールで設計する必要がある。一方ナノ電子デバイス応用の観点から、MIS 構造を形成するゲート絶縁膜には極薄膜かつ高い絶縁性が要求される。このような要求を同時に満たすために、SAM の特徴を最大限に生かす。本研究の独創的な戦略は、SAM の豊かな化学的構造を基盤とした自由度の高い界面設計を行うと共に、自己組織化プロセスによる極薄膜厚かつ高い絶縁性を同時に実現することである。SAM の特徴の 1 つは、各部位の材料および構造を多種多様に設計することが可能な点である。従って、極薄膜厚かつ高い絶縁特性を維持したまま新たな MIS 界面構造の設計が可能になる。本研究では、層状半導体材料である二硫化モリブデン (MoS_2) をキャリアが伝導する半導体層として用いることを計画している。その理由は、層状構造に起因する電氣的に活性な未結合手が存在しない、閉じた界面を形成できるからである。また活性な未結合手が存在しないことから、層状半導体材料は他材料と反応し難い安定な材料であるため、多様な MIS 界面構造の設計が可能になると考えられる。</p>	
〔期待される成果〕	
<p>本研究で取り組む“自己組織化によってゲート絶縁膜を合成”するアプローチは、従来の一般的な絶縁膜技術である熱酸化膜や堆積膜とは全く異なるため、これまでに無い新たな結果をもたらすと期待している。また近年のシリコン CMOS 技術の中で確立された原子層堆積法によるゲート絶縁膜形成技術は、ゲルマニウム、III-V 族半導体、窒化物半導体やシリコンカーバイドといった様々な材料やデバイスに応用展開されている。本研究で取り組む SAM ゲート絶縁膜技術についても基礎的な知見を得ることで、様々な材料を用いたナノ電子デバイスに適用されていくものと期待している。</p>	