

利用課題番号 : F-13-NM-0080  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名 (日本語) : 2次元機能性原子薄膜をチャンネルとするトランジスタ形成プロセスの検討  
Program Title (English) : Investigation of Device Fabrication Processes for Transistors using Atomically Thin 2D Functional Films  
利用者名 (日本語) : 二之宮 成樹<sup>1)</sup>, 森 貴洋<sup>2)</sup>, 安藤 淳<sup>2)</sup>  
Username (English) : N. Ninomiya<sup>1)</sup>, T. Mori<sup>2)</sup>, A. Ando<sup>2)</sup>  
所属名 (日本語) : 1) 横浜国立大学 理工学部知能物理工学科, 2) 独立行政法人産業技術総合研究所  
Affiliation (English) : 1) Yokohama National University, 2) National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

### 1. 概要 (Summary) :

比較的大きいバンドギャップを有する半導体であり、低オフ電流を期待しての電界効果トランジスタへの応用を中心に研究がなされている遷移金属ダイカルコゲナイド (TX<sub>2</sub>) 2次元機能性原子薄膜について、重要なトランジスタ形成プロセスの1つである、デバイス領域の限定 (素子分離) プロセス手法を確立するために、代表的な TX<sub>2</sub> 半導体である MoS<sub>2</sub> と保護レジストに対する Ar プラズマエッチングプロセスについて、エッチレートや保護耐性の検討を行った。

### 2. 実験 (Experimental) :

#### **【利用した主な装置】**

- ・マスクアライナー
- ・電子ビーム描画装置
- ・12連電子銃型蒸着装置
- ・全自動スパッタ装置
- ・多目的ドライエッチング装置 (CCP-RIE)
- ・自動スクライバー

#### **【実験方法】**

スコッチテープ劈開法によって 90 nm<sup>2</sup>-SiO<sub>2</sub>/Si 基板上に転写した数層 MoS<sub>2</sub> フレークを試料として使用した。Ar プラズマ処理は、容量結合型反応性イオンエッチング (CCP-RIE) および誘導結合型反応性イオンエッチング (ICP-RIE) の2方法について実施した。Ar プラズマエッチング処理後の MoS<sub>2</sub> フレーク層数の見積もりや表面形状等の評価は、産総研のラマン分光装置および原子間力顕微鏡等を用いて行った。

### 3. 結果と考察 (Results and Discussion) :

保護レジスト材料として3種類を検討したが、反応

性の高い ICP-RIE プロセスにおいては、MoS<sub>2</sub> 等との濡れ性の悪い ZEP 系のレジストのみがエッチング耐性を満足することが判明した。CCP-RIE プロセスにおいては、汎用的な PMMA レジストも保護レジストして問題なく用いることが可能であり、Ar flow=100 sccm、Pressure=10 Pa、RF=50 W の条件において、およそ 1.5 層 (half unit) /分のレートで MoS<sub>2</sub> のエッチングも制御性良く実現することができた。

### 4. その他・特記事項 (Others) :

平成 26 年度以降、本課題にて検討を行った CCP-RIE プロセスによる素子分離を実施した 2次元機能性原子薄膜チャンネルを用いたバックゲート型およびトップゲート型電界効果トランジスタの作製・特性評価を進める予定である。

### 5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

- (1) N. Ninomiya, T. Mori, R. Kanemura, N. Uchida, E. Watanabe, D. Tsuya, S. Moriyama, N. Miyata, T. Yasuda, S. Tanaka and A. Ando, "Layer-by-layer Etching of MoS<sub>2</sub> Flakes during Etching Process for Fabrication of MoS<sub>2</sub> Transistors", ISPlasma 2014/IC-PLANTS 2014, Meijo University, 2014.3.3.
- (2) 二之宮成樹, 森貴洋, 内田紀行, 渡辺英一郎, 津谷大樹, 森山悟士, 宮田典幸, 安田哲二, 田中正俊, 安藤淳: "原子層状 MoS<sub>2</sub> のエッチング: 光学コントラストによる層数評価", 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 青山学院大学, 2014 年 3 月 19 日

### 6. 関連特許 (Patent) :

なし