

第 66 回応用物理学会  
春季学術講演会に参加して

小倉 匡樹  
Masaki OGURA  
電子情報学科 4年

1. はじめに

私は 2018 年 3 月 9 日から 12 日にかけて開催された第 66 回応用物理学会春季学術講演会に参加し、「ナノギャップ電極を用いた MoS<sub>2</sub> FET の作製」という題目でポスター講演を行った。

2. 背景

二硫化モリブデン (MoS<sub>2</sub>) を用いた電界効果トランジスタ (FET) はチャンネル厚さが非常に薄いことからデバイスの微細化が可能である。また、チャンネルの表面積が大きいことからバイオセンサや化学センサへの応用も検討されている。本研究では、MoS<sub>2</sub> FET の作成プロセスの簡易化、MoS<sub>2</sub> への作成プロセスの影響の低減による FET 特性の向上を目的とし、接着リソグラフィを用いた MoS<sub>2</sub> FET の作製を行った。接着リソグラフィでは剥離の速度により粘着力の変化する粘弾性を持つポリジメチルシロキサン (PDMS) を利用し、MoS<sub>2</sub> の選択と基板への転写を行った。また、自己組織化単分子膜 (Self-Assembled Monolayer: SAM) ゲート誘電体を用いた低電圧で動作する MoS<sub>2</sub> FET の作製を目指して、ナノギャップを含む素子構造を作製しナノギャップ特性の評価を行った。

3. 実験方法

ナノギャップを用いた素子の作製方法を以下に示す。1 cm 角の酸化膜付き Si 基板を用意し基板の洗浄後、フォトリソグラフィによりレジストパターンを形成する。Al を蒸着したのちリフトオフを行い、ゲート電極を形成する。次に、UV 照射により Al 酸化膜を形成、オクタデシルホスホン酸 (ODPA)

SAM を溶かしたアニソールに 30 分浸漬しアニソールで洗浄する。基板全面に Al, Au を蒸着後、ポリジメチルシロキサン (PDMS) を用いてゲート電極上の金属を剥離する。その後、SAM 絶縁膜を再形成する (Fig. 1)。

また、上記のナノギャップ電極とは別に接着リソグラフィにより MoS<sub>2</sub> FET を作製した。作成方法を以下に示す。Pt/Ti を裏面に蒸着した酸化膜付きシリコン基板にフォトリソグラフィによりレジストパターンを形成する。密着層として Ni と電極として Au を真空蒸着しリフトオフを行うことでソース、ドレイン電極を形成する。接着リソグラフィを用いて MoS<sub>2</sub> をソース、ドレイン間に接着することで

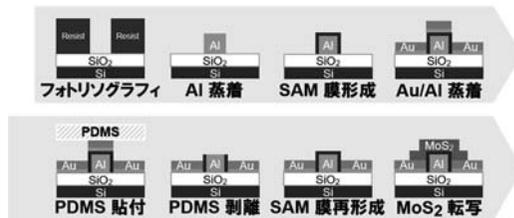


Fig. 1 ナノギャップ FET の作製手順

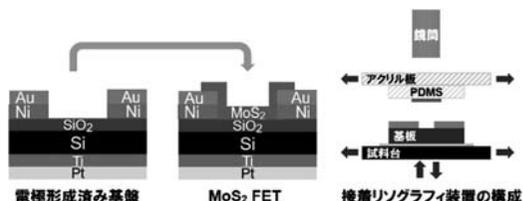


Fig. 2 接着リソグラフィ

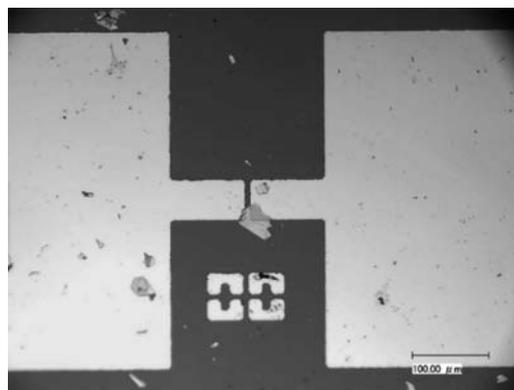


Fig. 3 作製した FET パターン

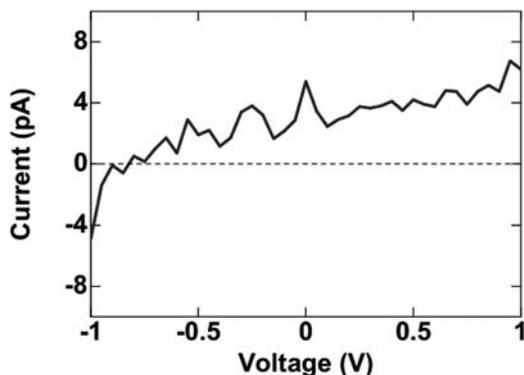


Fig. 4 ナノギャップの電流電圧特性

Fig. 2 の構造を作製した。作成した FET パターンを Fig. 3 に示す。このとき、接着リソグラフィに使用する PDMS は主剤：硬化剤を 5:1 の割合で混合し、真空中で 30 分脱泡後 140℃、30 分で硬化することで作製した。また、剥離の速度は  $<1\ \mu\text{m}$  とした。

#### 4. 実験結果

ゲート、ソース電極間のナノギャップの電流電圧特性を Fig. 4 に示す。電圧は  $-1\ \text{V}$  から  $1\ \text{V}$  まで掃引した。漏れ電流は装置測定下限以下であり FET の動作に十分な絶縁性を示した。次に、接着リソグラフィにより作製した  $\text{MoS}_2$  FET の伝達特性を Fig. 5, 6 に示す。n 型 FET の動作を確認した。現在、これらを組み合わせた  $\text{MoS}_2$  FET の作製を行っている。

#### 5. まとめ

SAM を用いたナノギャップの漏れ電流は装置測定下限以下であり、接着リソグラフィにより作製し

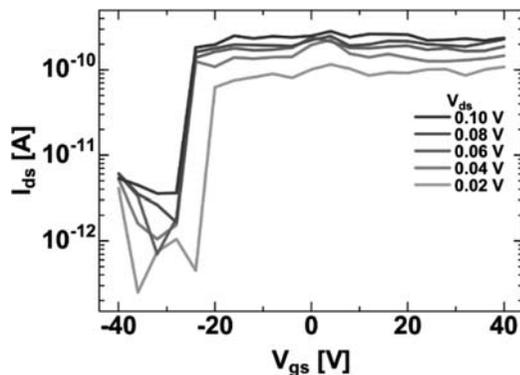


Fig. 5  $\text{MoS}_2$  FET の伝達特性

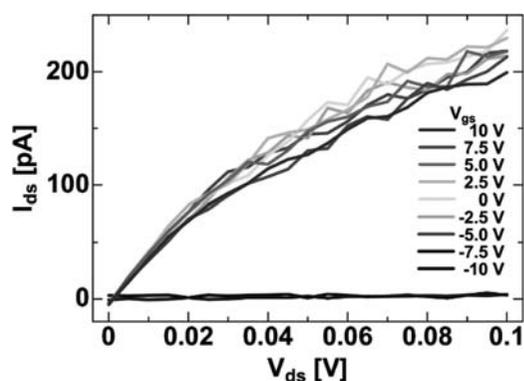


Fig. 6  $\text{MoS}_2$  FET の出力特性

た  $\text{MoS}_2$  FET の動作に十分な絶縁性を示した。

#### 謝辞

本研究を進めるにあたり、幅広くご指導いただきました龍谷大学 理工学部電子情報学科 番貴彦助教、山本伸一教授に心より深く感謝致します。山本研究室の先輩方や、ともに励ましあい、協力し合った同期の仲間達にも感謝致します。