

多層 MoS₂ 電界効果トランジスタで観測される階段状の伝達特性 Step-Like Transfer Characteristics of FETs based on Multilayer MoS₂

大阪府大院工¹, JST さきがけ² ○(M2)大岡拓也¹, 野内亮^{1,2}

Osaka Prefecture Univ.¹, JST-PRESTO² ○Takuya Ohoka¹, Ryo Nouchi^{1,2}

E-mail: r-nouchi@pe.osakafu-u.ac.jp

1. はじめに

近年、弱いファンデルワールス力で積層している層状物質を母物質に持つ 2 次元物質が、シリコンに替わる将来の半導体材料として着目されている。本講演では、代表的な層状半導体である MoS₂ をチャネル層として用いた電界効果トランジスタ (FET) における、通常とは異なる FET 特性について報告する。特に、多層の MoS₂ をチャネル材料とした FET において見られる、階段状の伝達特性の起源について議論する。

2. 実験方法

粘着テープを用いた天然結晶からの機械的剥離により、300 nm 厚の熱酸化膜を有する高ドープ Si 基板上に数十 nm 以上の厚さを有する MoS₂ 薄片を形成した。ここで、高ドープ Si 層はゲート電極として働く。次に、電子線リソグラフィプロセスを用いて、剥離した結晶上に Cr/Au のソース・ドレイン電極を作製した。FET 特性は、半導体デバイスアナライザ (Keysight B1500A) を用い、大気中または窒素雰囲気、室温で測定した。また、原子間力顕微鏡 (AFM) を用いて形状を詳細に観測した。作製した素子の AFM 像の一例を図 1 に示す。

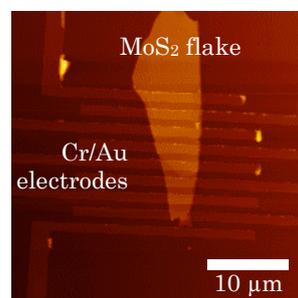


Figure 1. An AFM image of a thick MoS₂ flake after the FET fabrication process.

3. 結果と考察

厚みの大きい MoS₂ のバックゲート FET においては、図 2 にその一例を示すように、2 段の階段状構造を持つ伝達特性 (ドレイン電流のゲート電圧依存性) が見られることがある。厚さの異なる MoS₂ 薄片をチャネルに持つ FET の測定結果をまとめ、伝達特性が階段状の構造を示したかそうでないかを、横軸をソース端におけるチャネル幅、縦軸を薄片膜厚として整理したものを図 3 に示す。ここから、厚い素子の方が階段状構造を示しやすいことがわかる。本講演においては、階段状の伝達特性が得られる原因について、エッジ伝導チャネルや膜構造の不均一性の観点から議論する。

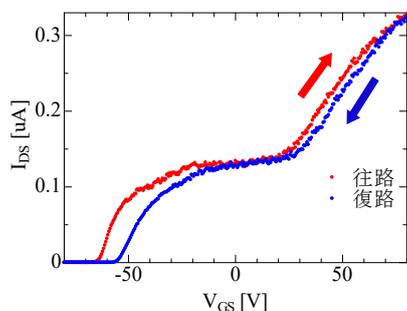


Figure 2. An example of a MoS₂ FET displaying Step-like transfer characteristics.

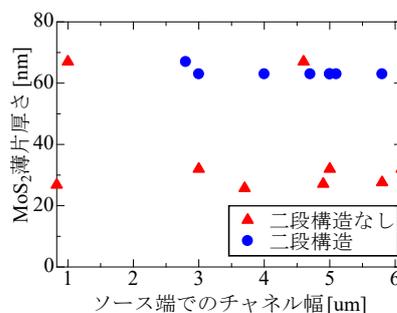


Figure 3. Relationship of the presence of the step-like feature with the thickness and source-end channel width of the MoS₂ channel.