

ヒ素をドーブした MoSe_2 FET の動作特性

Operation characteristics of arsenic-doped MoSe_2 FET

埼玉大院理工 $\circ$ 堀井 嵩斗, 上野 啓司

Saitama Univ. $\circ$ Shuuto Horii and Keiji Ueno

E-mail: s.horii.525@ms.saitama-u.ac.jp

【序論】現在、半導体素子は主にシリコンが材料として使われているが、短チャネル効果などの問題により、シリコン材料を使った半導体素子の微細化には限界があると考えられている。そこで、平坦かつ不活性な表面、魅力的なスケーリング特性を有する層状物質であり、グラフェンには無いバンドギャップを持つ層状遷移金属ダイカルコゲナイド(TMDC)がポストシリコン材料として注目を集めている。しかし、素子として利用する際には、従来の半導体材料と同様に、安定した n 型および p 型特性を示す TMDC が求められる。TMDC の pn 特性を制御するためには、まずドーピングによる TMDC の物性変調に関する詳細な知見が必要である。本研究では二セレン化モリブデン(MoSe_2)にヒ素(As)をドーブした試料について電界効果トランジスタ(FET)応用を試み、その動作特性を調べた。

【実験】まずAsを1%ドーブした MoSe_2 単結晶を、蒸気輸送法により成長した。最初に組成比に基づいてそれぞれ秤量したMo, Se, As原料（総量約2.5 g）を石英アンプル中に真空封入した。ここでハロゲン輸送剤は用いていない。続いて横型管状炉内で試料側1000 °C、結晶成長側1050 °Cの逆温度勾配を3日間与えた後、試料側1050 °C、結晶成長側1000 °Cの正温度勾配を7日間維持し、単結晶を得た。物性評価はX線回折、顕微ラマン分光、X線光電子分光、FET特性の測定により行った。FET形成では、まず得られた単結晶から機械的剥離法によって得た薄片を SiO_2 膜(285 nm)付 p^+ Si基板上に転写した。続いて光学顕微鏡を用いて適当な厚さ、大きさを持つ単結晶薄片を選定し、その両端にフォトリソグラフィとスパッタ蒸着により、ソース・ドレイン電極を接合した。使用した電極金属はPt, Au, Ti/Au等である。

【結果・考察】Pt 電極を使用して作製した FET の光学顕微鏡像および伝達特性を Fig. 1, 2 に示す。As をドーブしなかった MoSe_2 FET は n 型動作を示し、ドレイン電圧 $V_d = 10$ V の時の移動度は $5.18 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, on/off 比は 3.4×10^4 であった。一方、As を 1%ドーブした MoSe_2 FET は p 型動作を示し、移動度は $2.04 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, on/off 比は 1.3×10^2 であった。これらの結果から、As をドーブすることにより MoSe_2 FET の電気的特性が n 型から p 型に変化することが確認でき、As が MoSe_2 に対して p 型ドーパントとして作用することが認められた。

【参考文献】1) Joonki Suh et al., *Nano Lett.* 2014, 14, 6976–6982

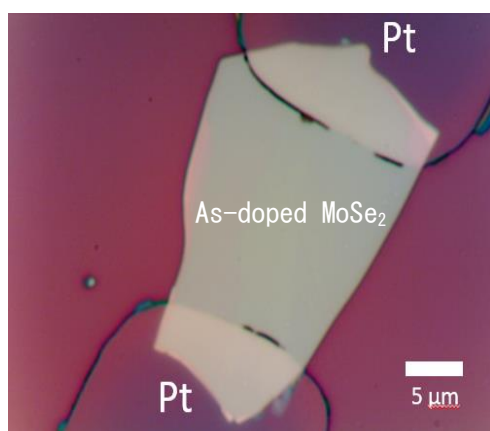


Fig. 1 Optical image of As-doped MoSe_2 FET.

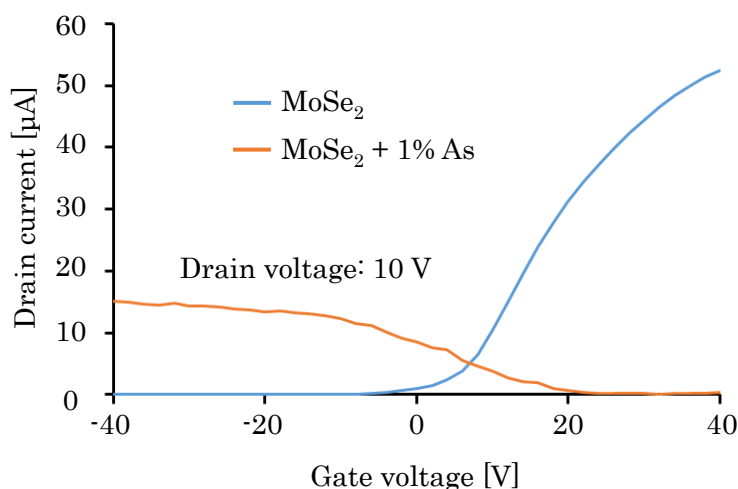


Fig. 2 Transfer characteristics of MoSe_2 FET.