

カルコゲナイド系層状物質原子膜 FET のガスセンサ応用 (3)

Gas sensor application of atomic layer FET using layered chalcogenide materials (3)

埼玉大院理工¹⁾, 神戸製鋼応物研²⁾ °荻原 えりな¹⁾, 川上 信之²⁾, 上野 啓司¹⁾Saitama Univ.¹⁾, Kobe Steel, Ltd.²⁾ °Erina Ogihara¹⁾, Nobuyuki Kawakami²⁾, and Keiji Ueno¹⁾

E-mail: kei@chem.saitama-u.ac.jp

【序論】バンドギャップを持ち、劈開面が不活性で平坦な層状物質をチャンネル層として用いた電界効果トランジスタ(FET)によるガスセンサは、小型で消費電力が少ないといった利点により、環境ガス濃度のリアルタイム測定が可能な携帯ガスセンサへの応用に期待が持たれる¹⁾。我々はこれまでに、二テルル化モリブデン(MoTe₂)の FET が酸化性ガスの二酸化窒素(NO₂)と還元性ガスのアンモニア(NH₃)に応答し、ガスセンサ応用が可能であることを報告した²⁾。今回はそれに加えて、二硫化モリブデン(MoS₂)や二セレン化モリブデン(MoSe₂)についても、ガスセンサ応用を試みた。

【実験】化学蒸気輸送法を用いて合成された MoTe₂, MoSe₂ 各単結晶、及び天然の MoS₂ 単結晶をそれぞれスコッチテープにより劈開し、洗浄した SiO₂ 膜(285 nm)付 p⁺⁺Si 基板上に単結晶薄片を転写した。次にフォトリソグラフィを用いてソース/ドレイン電極のパターンを形成し、Ar スパッタによって Au 電極をもつ FET 素子を形成した。FET 動作測定は室温・常圧で行った。NO₂, NH₃ ガスへの応答測定は室温・常圧で行い、パーミューターを用いて乾燥 N₂ 中の濃度を調節し、各濃度、各ゲート電圧(V_G)でのソース/ドレイン電極間の電流値変化を測定した。

【結果・考察】例として MoS₂ FET の NO₂ 雰囲気下での出力特性を Fig.1 に示す。n 型動作を示すこの FET において、ドレイン電圧(V_D)を-30 V に固定、ゲート電圧を-20, 0 および 20 V に設定し、5 ppm NO₂ ガスと乾燥 N₂ を繰り返し曝露した際の、それぞれのゲート電圧におけるドレイン電流値変化を Fig.2 に示す(橙色区間が NO₂ 曝露中)。NO₂ を曝露すると電流値が下がり、乾燥 N₂ を曝露すると電流値が上がった。これは FET チャンネル表面に酸化性の NO₂ が吸着して電子を引き付け、ゲート界面の電子濃度が減少したためである。また、ゲート電圧の変化により、電流応答に変化が生じた。負ゲート電圧を加えると、MoS₂ 表面の電荷がより負に帯電し、NO₂ が電子を捕縛しやすくなるため、NO₂ が脱離しにくくなる。逆に正ゲート電圧を加えると、MoS₂ 表面の電荷がより正に帯電し、NO₂ が電子を捕縛しにくくなり、脱離しやすくなる。このように、ゲート電圧を変調することにより、NO₂ の吸着脱離を制御することが可能である。当日は MoS₂ FET の NH₃ に対する応答や、他の FET センサの特性も紹介し、それらの違いについての考察を示す。

【参考文献】 1) Z. Feng et al., *2D Materials*, **4**, 2017, 025018.

2) 荻原他, 2017 年第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 5p-PA1-79.

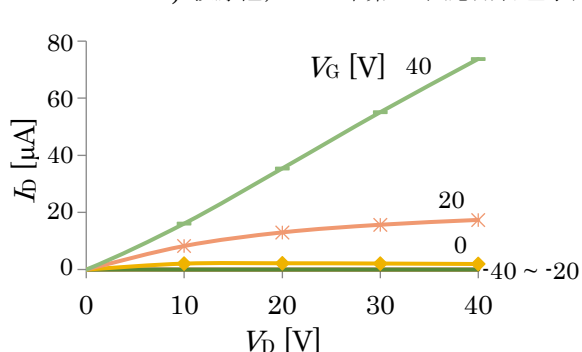


Fig1. Output characteristics of MoS₂ FET in NO₂.

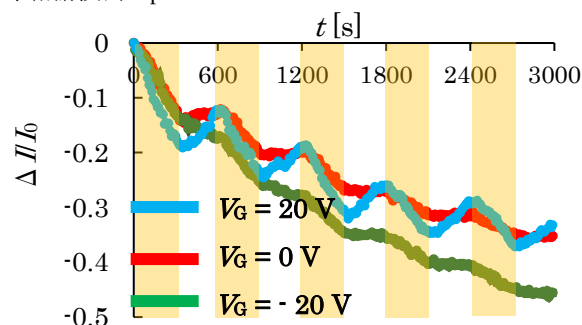


Fig. 2 Response of MoS₂ FET to NO₂ exposure.