

ハフニウムダイカルコゲナイドの電界効果トランジスタ応用

Field effect transistor application of hafnium dichalcogenides

埼玉大院理工 °新倉 伸幸, 上野 啓司

Saitama Univ. °Nobuyuki Shinkura and Keiji Ueno

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

【序論】 二硫化モリブデン(MoS_2)や二セレン化タングステン(WSe_2)などの層状遷移金属ダイカルコゲナイド(TMDC)はバンドギャップをもつため、電界効果トランジスタ(FET)への応用が期待されている。その中で WSe_2 は、オゾン曝露によって表面に薄く均一な酸化膜を製膜することが可能で、その酸化膜により FET の動作特性を制御することができる^{1,2)}。一方、6 族(Mo, W)の TMDC と比べて 4 族(Ti, Zr, Hf)の TMDC を用いた FET については報告例が少ない。その中でハフニウム(Hf)の TMDC については、酸化ハフニウム(HfO_2)の誘電率が高くゲート誘電体として有用であるため、表面酸化による低電圧駆動トップゲート FET 形成に興味を持たれる。前回³⁾の二セレン化ハフニウム(HfSe_2)の報告に引き続き、今回は二硫化ハフニウム(HfS_2)を用いてボトムゲート FET 素子を作製し、動作特性測定を行った。更にキャリアトラップの軽減を目的として、PMMA バッファ層の導入による動作特性の改善を試みた。

【実験】 石英アンブル内にハフニウム 10 mmol (1.79 g)と硫黄 20 mmol (0.647 g)を真空封入し 900 °C で一週間加熱することで HfS_2 粉末を合成した。合成した HfS_2 粉末と輸送剤としてヨウ素 0.299 g を石英アンブル内に入れて真空封入し、900 °C から 800 °C への温度勾配を一週間加えて単結晶を成長した。得られた HfS_2 単結晶を粘着テープにより劈開し、 SiO_2 膜(285 nm)付き $p^{++}\text{Si}$ 基板上とスピコート法によって PMMA 膜(約 180 nm)を成膜した基板上にそれぞれ転写した。転写した薄片の両端に金ペーストを塗布することでソース/ドレイン電極を形成し、FET 素子を作製した。FET 動作特性の測定は真空デシケータ中で室温にて行った。

【結果・考察】 HfS_2 トランジスタはいずれも n 型動作を示した。例として PMMA 膜を成膜してから HfS_2 を転写し作製した FET の伝達特性を Fig.1 に示す。 SiO_2 基板上に転写した FET 素子の飽和移動度は $1.59 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、基板表面に PMMA 膜を成膜してから転写した FET 素子の飽和移動度は $5.76 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ となり、PMMA バッファ層の導入による FET 性能の向上が確認された。これは PMMA 膜を成膜することによって、 SiO_2 表面上の -OH 基によるキャリアトラップの影響が軽減されたためであると考えられる。当日は HfSe_2 FET との比較についても報告する。

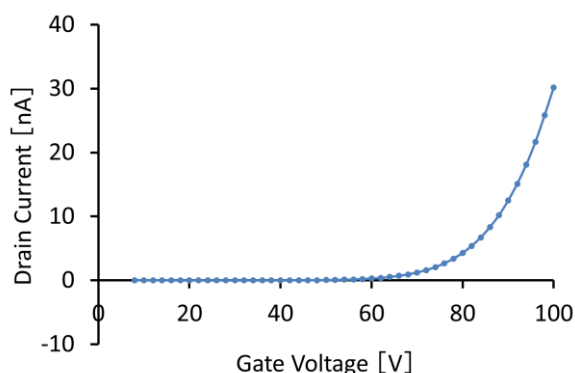


Fig.1 Transport characterization of HfS_2 FET
(Drain voltage: 20 V)

【参考文献】 1) M. Yamamoto et al., *Nano Lett.* **15**, 2067 (2015). 2) M. Yamamoto et al., *Nano Lett.* **16**, 2720 (2016). 3) 2016 年 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会 13p-P5-62.