

遷移金属ダイカルコゲナイドを用いた電気二重層トランジスタ

Transition Metal Dichalcogenides based Electric Double Layer Transistors

早大先進¹, Academia Sinica², 東大院工³○蒲江¹, Jing-Kai Huang², 清水 諒¹, 舟橋 一真¹, Lain-Jong Li², 岩佐 義宏³, 竹延 大志¹Waseda Univ.¹, Academia Sinica², Univ. of Tokyo³○Kou Ho¹, J.-K. Huang², R. Shimizu¹, K. Funahashi¹, L.-J. Li², Y. Iwasa³, and Taishi Takenobu¹

E-mail: takenobu@waseda.jp

【はじめに】近年、機械的剥離により作製した二硫化モリブデン(MoS₂)単層膜トランジスタにおいて優れた伝導特性が報告され[1]、グラフェンに代わる新たな原子膜材料として遷移金属ダイカルコゲナイド(TMDC)が注目されている。特に、CVD 法による大面積な薄膜作製技術の確立により柔軟な MoS₂ 薄膜トランジスタも実現され、TMDC の素子応用が急速に加速している[2]。更なる発展には、N 型・P 型・両極性トランジスタを用いた論理回路作製が必要不可欠であり、材料群の拡大による多様な TMDC トランジスタの実現が求められる。そこで、今回我々は TMDC 論理回路の実現を目指し、CVD 合成した MoS₂、MoSe₂、WSe₂ の 3 材料を用いたトランジスタ作製を試みた。具体的には、各種 TMDC 薄膜をイオンゲルと組み合わせて電気二重層トランジスタを作製し、最終的には異種材料を組み合わせた CMOS インバータを作製した。

【実験】CVD 法を用いてサファイア基板上に成長した MoS₂、MoSe₂、WSe₂ 薄膜に金電極を真空蒸着した。その上に、高分子を用いてイオン液体をゲル化させたイオンゲルを塗布し、ゲート電極の白金箔を積層した。最後に、参照電極を導入しトランジスタ測定は全て嫌気下で行った。

【結果】単層 WSe₂ を用いた電気二重層トランジスタの伝達特性を Fig.1 に示す。ホール・電子両電流の立ち上がりを確認でき両極性伝導が実現している。移動度は最高でホールが 90cm²/Vs、電子が 7cm²/Vs と多結晶膜において高い値が得られ、電流オンオフ比も 10⁷に達した。P 型トランジスタとして WSe₂、N 型として MoS₂ を用いた CMOS インバータの出力特性を Fig.2 に示す。20 を超える高いゲインが得られ、TMDC の論理回路への応用可能性が示された。また、当日は TMDC を用いた PN 接合や PDMS 基板上における伸縮可能なトランジスタも紹介したい。

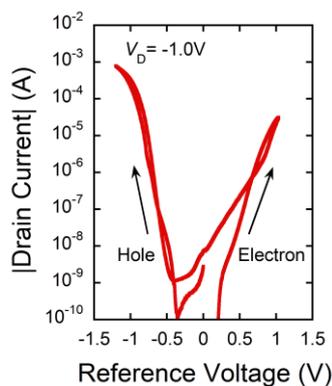


Fig. 1

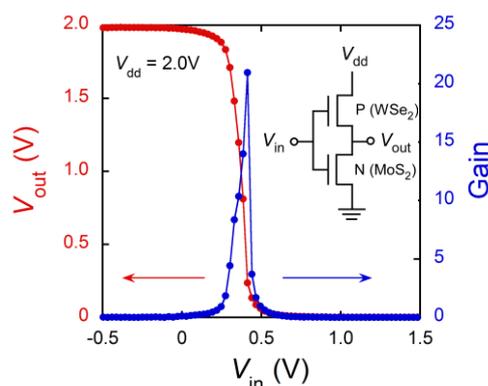


Fig. 2

[1] Q. H. Wang *et al.*, *Nat. Nanotechnol.* 7, 699 (2012) [2] J. Pu *et al.*, *Nano Lett.* 12, 4013 (2012)