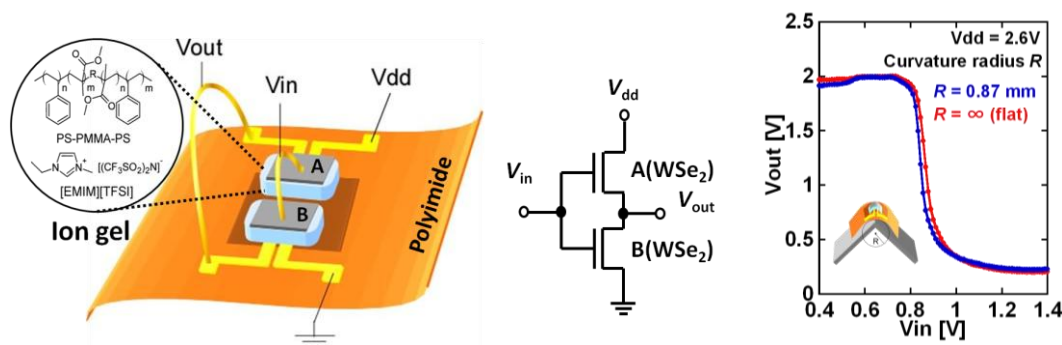


大面積 WSe₂ 薄膜を用いた Flexible logic circuitsFlexible logic circuits using large-area WSe₂ films早大先進¹, Academia Sinica², 東大工³, 理研 CEMS⁴, 早大材研⁵○舟橋 一真¹, 蒲 江¹, Lain-Jong Li², 岩佐 義宏^{3,4}, 竹延 大志^{1,5}Waseda Univ.¹, Academia Sinica², Univ. of Tokyo³, RIKEN CEMS⁴ Waseda ZAIKEN⁵○Kazuma Funahashi¹, Jiang Pu¹, Lain-Jong Li², Yoshihiro Iwasa^{3,4}, Taishi Takenobu^{1,5}

E-mail: takenobu@waseda.jp

グラフェンに代表される原子層膜は共有結合由来の優れた機械的強度を持つ。同時に、ナノスケールの厚みのため湾曲による構造歪みが本質的に小さく、Flexible electronics の担い手として極めて有望である。特に、遷移金属ダイカルコゲナイド (TMDC) はグラフェンとは異なり 1eV 以上のバンドギャップを有する半導体であり、既に MoS₂ を用いたトランジスタにおいて優れた柔軟性が報告されている[1-3]。次のターゲットは CMOS インバータに代表される論理回路作製であるが、MoS₂ は多くの場合 N 型特性のみを示すため柔軟な論理回路は実現していない。本研究では TMDC 薄膜を用いた柔軟な CMOS インバータ作製を目的とし、具体的には両極性伝導が報告されている WSe₂[4]を用いた疑似的な CMOS インバータ[5]をプラスチック基板上に作製した。

化学気相成長法を用い WSe₂ 原子層膜をサファイア基板上に合成し[4]、柔軟なプラスチック基板へ転写した。転写した WSe₂ 薄膜に金電極を蒸着し、最終的には柔軟な絶縁層としてイオンゲルを用いた電気二重層トランジスタを同一 WSe₂ 薄膜上に二素子作製した (図 1)。作製したトランジスタは両極性伝導を示し、良好な柔軟性も確認された。そのため、図 1 の回路図に示される両極性トランジスタを用いた疑似的な CMOS インバータ駆動を試みた結果、明確なインバータ動作が確認され (図 2) ゲインは 35 であった。また、柔軟性試験を行った結果曲率半径 1mm 以下でも大きな劣化は観測されなかった (図 2)。

Figure 1 WSe₂ flexible inverter (left) and equivalent circuit (right) Figure 2 Inverter characteristics

[1] J. Pu, T. Takenobu *et al.*, Nano Lett. 12(8), 4013–4017 (2012), [2] G. H. Lee *et al.*, ACS Nano 7(9), 7931–7936 (2013), [3] H. Y. Chang *et al.*, ACS Nano 7(6), 5446–5452 (2013), [4] J. K. Huang, J. Pu, T. Takenobu *et al.*, ACS Nano 8(1), 923-930 (2014), [5] E. J. Meijer *et al.*, Nat. Mater. 2, 678-682 (2003)