

有機単分子膜の挿入による TMDC-FET におけるコンタクト特性の改善
Improvement of Contact Property of TMDC-FET by Insertion of Self Assembled
Organic Monolayer

千葉大物質 坂梨 昂平, 柯 夢南, 青木 伸之

Chiba Univ.¹, Kohei Sakanashi, Mengnan Ke, Nobuyuki Aoki

E-mail: n-aoki@faculty.chiba-u.jp

原子層物質の一種である遷移金属ダイカルコゲナイド (TMDC) は、遷移金属とカルコゲン原子の選択により様々なバンドギャップエネルギーを有する化合物結晶が合成されてきており、またバレー自由度や光学特性など、非常に特徴的な物性の発現が報告されてきている。将来の大規模集積回路における 2 次元チャネル材料として有望視されているものの、TMDC に対するオーミック接触の形成は大きな課題として残っている。TMDC に対して金属材料を蒸着してトップコンタクトを形成すると、高いエネルギーを持つ原子が結晶内に侵入しボンドを破壊して原子欠陥が生じ、DIGS メカニズムによるフェルミレベルピンニングが発生し、金属の仕事関数の違いに対して依存しないショットキー障壁ができてしまう。そのような問題を回避するため、低融点での蒸着が可能な In [1]や、仕事関数が低くかつ半金属でフェルミレベルにおける状態密度が小さい Bi を用いた接合[2]により、低温環境までオーミック接触が実現された例が報告されている。しかし、これらの低仕事関数の金属は n 型特性を示す TMDC (例えば MoS_2) には有効であるものの、p 型動作に対しては不利となる。我々のグループでも、これまでレーザー照射による相変化[3]や高ドープされた TMDC を用いたオーミックコンタクト[4]の実現について報告してきたが、半導体デバイスの製造プロセスに組み込めるような、より普遍的で拡張性が高い手法の確立が必要と考えられる。そこで我々は、TMDC 結晶上への自己形成した有機単分子膜を介した金属/有機/TMDC 接合形成によるオーミック接触の実現に注目している。一例として、有機分子の一種であるテトラフルオロテトラシアノキノジメタン (F4-TCNQ) と WSe_2 との組み合わせを考えると、 WSe_2 の価電子帯上端は真空準位から約 5.5 eV の位置に存在し、F4-TCNQ の最低空軌道準位は約 6 eV に位置することから、 WSe_2 の価電子帯から F4-TCNQ へ電子移動が発生し、これにより WSe_2 は p 型にドーピングされることになる。このような電荷移動プロセスによる高密度に p 型ドーピングを電極直下にだけ選択的に行うことでショットキー障壁を下げ、また金属蒸着時のバッファ層として欠陥導入の防止にも役立つと期待される。このような手法によるコンタクト特性の改善に向けた取り組みについて報告する。

[1] Y. Wang et al., *Nature* **568**, 70 (2019).

[2] P.-C. Shen et al., *Nature* **593**, 211 (2021).

[3] K. Sakanashi et al., *Nanotechnology* **31**, 205205 (2020).

[4] K. Sakanashi et al., *Nano Letters* **21**, 7534 (2021).