

## ホスフィン分子の極薄膜形成による MoS<sub>2</sub> への電子ドーピング

### Electron Doping to MoS<sub>2</sub> by Ultra-thin Film Formation of Phosphine Molecules

阪府大院 ○四谷祥太郎, 津留崎陽大, 吉村武, 藤村紀文, 桐谷乃輔

Osaka Pref. Univ. °S. Yotsuya, A. Tsurusaki, T. Yoshimura, N. Fujimura, and D. Kiriya

E-mail: kiriya@pe.osakafu-u.ac.jp

【はじめに】遷移金属ダイカルコゲナイド(Transition metal dichalcogenides)は二次元半導体材料として研究が進められている。我々は、デバイスの特性変調や新奇物性の発現を目的として、ドーピング手法の開拓をおこなっている。特に、有機分子材料を用いた溶液処理によるドーピング手法に注目している。この手法は、溶液を用いた手法であることから、レジストパターンを利用した位置選択的な局所ドーピングやスケラブルな処理法への展開も視野に入れられる。しかし、これまでの溶液処理による分子処理法の多くは、分子が半導体表面へと厚く堆積してしまうために表面平坦性が低くデバイス応用への用途が限られていた。本研究では、高い平坦性を維持した有機分子溶液処理によるドーピング法について検討を行ったため報告する。

【実験方法及び結果】Fig. 1 に Triphenylphosphine(PPh<sub>3</sub>)を用いた分子ドーピングの模式図を示す。PPh<sub>3</sub> は既報において [1]、MoS<sub>2</sub> に対するドーピング能が報告されている。サンプルの調整は、機械的剥離法により SiO<sub>2</sub>/Si 基板上にバルク MoS<sub>2</sub> を単離し、PPh<sub>3</sub> 溶液に浸漬させた。その後 100 °C で 10 分間大気下でのアニール処理を行った。PPh<sub>3</sub> の MoS<sub>2</sub> に対するドーピング能の確認のため、バルク MoS<sub>2</sub> に対して Au/Ti 電極を蒸着し電界効果トランジスタを作製した。デバイスにおける伝達特性の変化を Fig. 2 に示す。アニール処理後、ON 電流値の増加とゲート電圧依存性の低下が顕著になったことから、アニール処理により PPh<sub>3</sub> と MoS<sub>2</sub> 間に強い相互作用が形成されていると考えている。分子処理前後の表面状態に対して、atomic force microscope(AFM)観察を行なった(Fig. 3)。AFM 観察像から、アニール処理後表面の様子が分子処理前と比較して変化が微小であり、PPh<sub>3</sub> 分子層が平坦かつ sub-nm スケール程度で堆積した極薄膜を成していることが示唆された。

【まとめ】PPh<sub>3</sub> 分子による MoS<sub>2</sub> に対するドーピング能を電気特性の観点から評価した。さらに、表面観察から極薄の分子層によるドーピングが示唆された。堆積後のアニール処理により、PPh<sub>3</sub> が MoS<sub>2</sub> 表面で液化し平坦な分子膜を形成することで sub-nm スケールの分子膜が形成されていると考えられる。PPh<sub>3</sub> 堆積厚みは nm スケールに満たない可能性があり、例えば電極/MoS<sub>2</sub> 間への挿入によるコンタクト抵抗の改善などへの応用も検討している。

#### 【参考文献】

[1] K. Heo, *et al.*, ACS Appl. Mater. Interfaces, **10**, 38(2018).

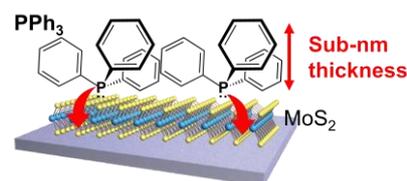


Fig. 1 Schematic image of PPh<sub>3</sub> molecule doping on MoS<sub>2</sub>.

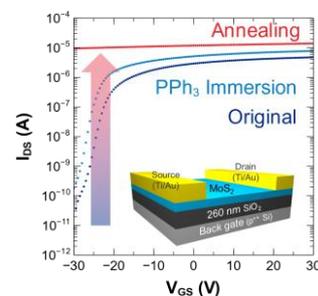


Fig. 2 Transfer curves of the original, after PPh<sub>3</sub> immersion, and after annealing of the bulk-MoS<sub>2</sub>.

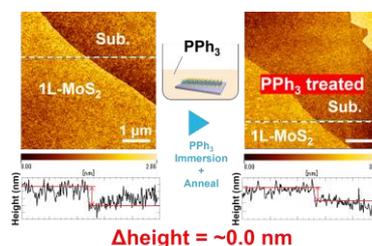


Fig. 3 AFM image of the original 1L-MoS<sub>2</sub> and after PPh<sub>3</sub> treated sample (immersion and annealing at 100 °C).