

WSe₂ 表面酸化層の p 型コンタクト・ドーパント応用

Surface Oxides on WSe₂ as P-Type Contacts and Dopants

○山本真人¹、中払周¹、上野啓司²、塚越一仁¹ (1. 物材機構、2. 埼玉大院理工)

○M. Yamamoto¹, S. Nakaharai¹, K. Ueno², K. Tsukagoshi¹ (1.NIMS, 2.Saitama Univ.)

E-mail: Yamamoto.Mahito@nims.go.jp

酸化モリブデン(MO_x)や酸化タングステン(WO_x)などの遷移金属酸化物は、非常に大きな仕事関数および電子親和力を持つことから、有機半導体や二次元半導体デバイスにおける効果的なホール注入層およびドーパントとして注目を集めている。特に、二硫化モリブデン(MoS₂)に代表される遷移金属ダイカルコゲナイドにおいては、既存の金属電極を用いて高性能な p 型トランジスタを形成することが困難なため、遷移金属酸化物のホールコンタクトとしての役割が期待されている。本講演では、数原子層の二セレン化タングステン(WSe₂)表面をオゾン酸化して得られるわずか数 nm の WO_x が、低障壁 p 型コンタクトおよび環境制御可能な p 型ドーパントとして利用できることを報告する。

図 1 A に示すように、WSe₂ 原子層トランジスタにオゾンを曝すと、電極直下を含め表面層が均一に酸化される。オゾン曝露直後は、高い電子親和力を持つ WO_x と WSe₂ との間の電荷移動によって、WSe₂ が縮退レベルまで p 型ドーピングされる。しかし、大気曝露によって不純物が表面に吸着すると WO_x の電子親和力が低減し、ドーピング濃度が非縮退レベルまで減少する。一方、オゾンを曝露し表面不純物を除去することで、ドーピング濃度を再び増加できる。図 1 B に示すように、酸化前の WSe₂ トランジスタはアンバイポーラ動作する一方で、表面酸化後の WSe₂ は p 型動作し、さらにオン電流、オン・オフ比、キャリア移動度が数桁以上向上することが分かった。これらの結果は、電極下の WO_x が低障壁な p 型コンタクトして機能していることを示唆している。

本研究は、ダイカルコゲナイド原子層をオゾン酸化することで、簡便かつ効果的にホール注入およびドーピングする方法を提案しており、今後のデバイス研究を推進することが期待される。

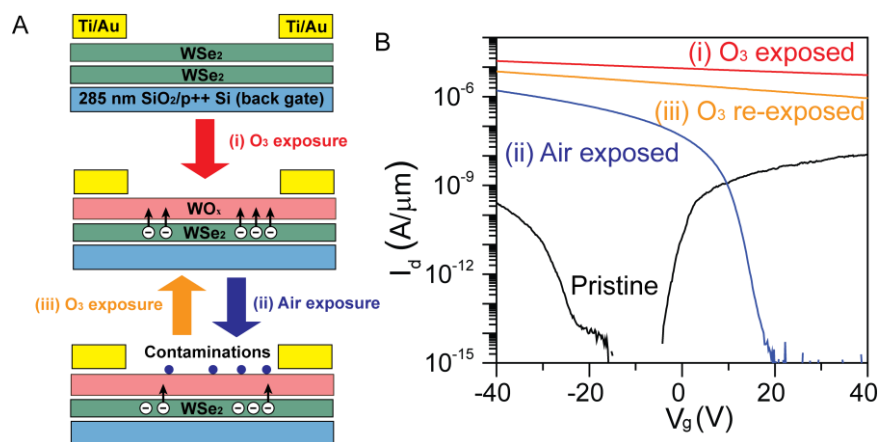


Figure1. (A) Schematics and (B) transport characteristics of a bilayer WSe₂ transistor before and after O₃ exposure at 100 °C, followed by air and O₃ exposure at room temperature.