WSe_2 原子層の層数制御酸化

Controlled layer-by-layer oxidation of atomically thin WSe_2

○(PC)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)
○(PC)M. Yamamoto[1], S. Nakaharai[1], K. Ueno[2], K. Tsukagoshi[1] (1.NIMS, 2.Saitama Univ.)
E-mail: Yamamoto.Mahito@nims.go.jp

二硫化モリブデン(MoS_2)をはじめとする第 6 族遷移金属ダイカルコゲナイドの原子層は、スケーリングリミットが間近に迫るシリコンに代わる超薄膜半導体材料として期待されている。ダイカルコゲナイド原子層をポストシリコンデバイスとして実用化させるためには、シリコンの熱酸化プロセスのように、簡便かつ高品質に絶縁体・半導体界面を形成させることが重要である。本講演では、数原子層の二セレン化タングステン(WSe_2)にオゾンを比較的低温で曝露することで、原子レベルで均一で膜厚を 1 層から 3 層まで制御可能な表面酸化膜を成長させることに成功したので報告する[1]。さらに、表面酸化膜との界面が WSe_2 原子層の電気伝導特性に与える影響についても議論する。

図 1 a に示すように、WSe_2 原子層に 100 ℃ 以下でオゾンを曝すと結晶端が酸化され、さらには表面上に一様な方位を持つ三角形の酸化島が形成された。これは WSe_2 が結晶表面のジグザグ端に沿って酸化していることを示している。オゾン曝露を続けると島は面内成長し、最終的に WSe_2 表面の 1 層だけが均一に酸化された。200 ℃ においては、WSe_2 は表面 3 層まで layer-by-layer 酸化した。発光およびラマン分光法により、下層の WSe_2 は表面酸化膜と機械的に分離されている一方で、界面における電荷移動によってホールドープされていることが分かった(図 1b)。また、電気伝導測定によって WSe_2 は酸化直後は縮退ドープされており、空気に曝すことでドーピング濃度を非縮退レベルまで制御できることも明らかにした(図 1c)。

これらの実験結果は、酸化膜・WSe_2 ヘテロ原子層のデバイス応用可能性を示唆しており、今後のダイカルコゲナイド原子層エレクトロニクスの発展に寄与すると期待される。

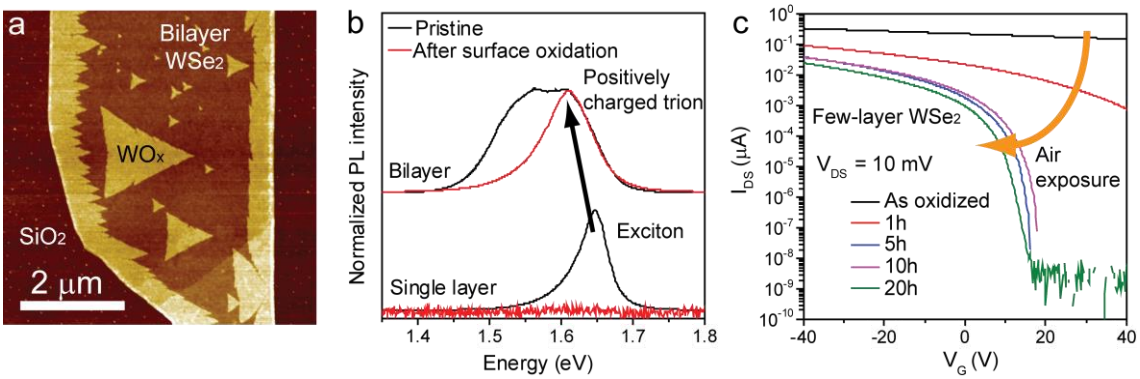

図 1. (a) 室温でオゾン曝露した 2 層 WSe_2 の AFM 像。 (b) 単層および 2 層 WSe_2 のオゾン酸化前後の発光スペクトル。(c) 数層 WSe_2 の酸化直後と大気曝露後の電気伝導特性。

[1] Mahito Yamamoto *et al*. Nano Lett., 15, 2067-2073 (2015).

© 2015年 応用物理学会