表面酸化による WSe_2 上の ALD 成長 Al_2O_3 膜質改善

Improvement of an ALD-grown Al_2O_3 film on WSe_2 by surface oxidation

埼玉大院理工 ○町田 葉祐，上野 啓司
Saitama Univ. ○Yosuke Machida and Keiji Ueno
E-mail: y.machida.742@ms.saitama-u.ac.jp

【序論】バンドギャップを持つ層状物質は層間剥離，膜厚制御が容易で，劈開面が不活性で平坦といった従来の半導体材料であるシリコンにはない特徴を持つため，二次元半導体材料として電子素子の小型化・高性能化への寄与が期待される。また，原子層堆積（ALD）法は膜厚制御が可能な成膜法として知られ，電界効果トランジスタのゲート絶縁膜の堆積や大気曝露からの保護層を堆積する方法として利用されている。しかし，ALD 法は前駆体が試料表面に化学的・物理的に吸着することによって堆積していくため，ダングリングボンドが存在せず不活性な層状物質表面上では均一な堆積が困難である。そこで本研究では，O_3 曝露による WSe_2 表面数層の酸化 [1]によって ALD 前駆体との反応性を高め，ALD による WSe_2 上の Al_2O_3 堆積の改善を試みた。

【実験】［WSe_2 薄片の表面酸化］WSe_2 単結晶薄片を SiO_2 膜（285 nm）付 p^{++}Si 基板上に機械的剥離法により転写した。この薄片を 100 °C で 1 時間 O_3 に曝露した後，X 線光電子分光（XPS）測定による WSe_2 表面の酸化の確認を行った。［WSe_2 薄片の表面への Al_2O_3 堆積］未処理の薄片と O_3 曝露後の薄片を基板温度 200 °C で，前駆体にトリメチルアルミニウムと H_2O，パージガスに Ar を用いた ALD による Al_2O_3 堆積を 5，10，20 サイクル行った。各サイクル終了後，WSe_2 の酸化表面と非酸化表面上の Al_2O_3 の堆積状態を，原子間力顕微鏡（AFM）によって観察した。

【結果・考察】O_3 曝露後の WSe_2 薄片表面の XPS スペクトルを Fig.1 に示す。35.6 eV と 37.8 eV のピークは既報告の WO_x の W 4f 軌道のピークと一致し，WSe_2 表面の酸化が確認された。また，WSe_2 の非酸化表面と酸化表面の Al_2O_3 ALD 10 サイクル後の AFM 像をそれぞれ Fig.2，Fig.3 に示す。5，10，20 サイクルいずれも非酸化表面上では Al_2O_3 の均一な堆積が見られなかったのに対し，酸化表面上では一面に Al_2O_3 が堆積した。また，5 サイクルの Al_2O_3 ALD 後では，非酸化表面と酸化表面の Al_2O_3 堆積状態の差が顕著であった。これらの結果から，O_3 曝露による WSe_2 表面酸化が，ALD による WSe_2 上の均一かつ表面との密着性の高い Al_2O_3 堆積に有用であるといえる。

【参考文献】1) Mahito Yamamoto et al., *Nano Lett.*, 2015, 15, 2067–2073.

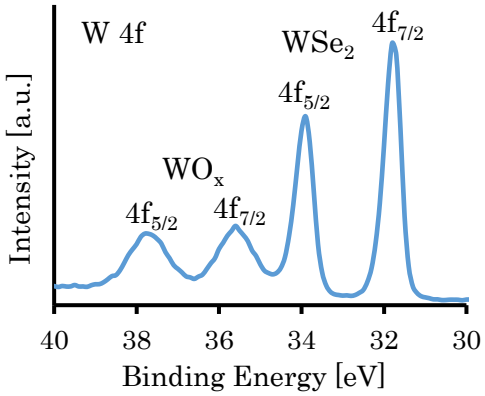

Fig.1 XPS spectrum of WSe_2 after ozone exposure.

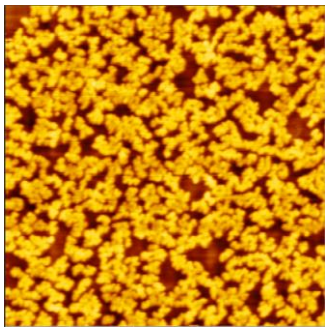

Fig.2 AFM image of Al_2O_3 grown by ALD (10 cycles) on WSe_2 (1 × 1 μm²).

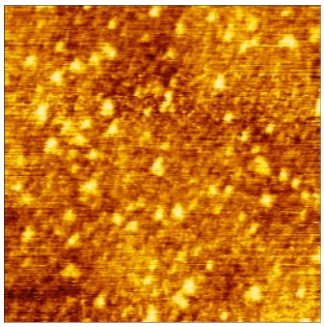

Fig.3 AFM image of Al_2O_3 grown by ALD (10 cycles) on surface oxidized WSe_2 (1 × 1 μm²).

© 2018年 応用物理学会