

原子層ヘテロ接合界面におけるバンドアライメントの STM/STS 計測

Band alignment at atomic-layer heterostructure measured by STM/STS

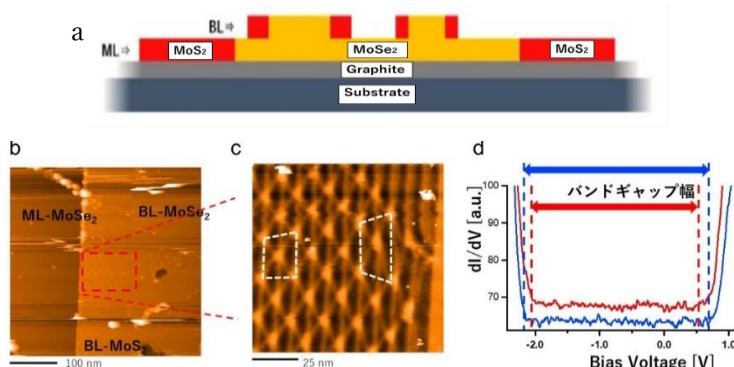
筑大数理¹, 首都大² ○(M1) 藤井直樹¹, 村瀬康太¹, 吉田昭二¹, 小林祐², 宮田耕充²,
武内修¹, 重川秀実¹

Univ. of Tsukuba¹, Tokyo Metropolitan Univ², Naoki Fujii¹, Kota Murase¹, Shoji Yoshida¹, Yu
Kobayashi², Yasumitsu Miyata², Osamu Takeuchi¹, and Hidemi Shigekawa¹

<http://dora.bk.tsukuba.ac.jp/>

近年、遷移金属ダイカルコゲナイド層状物質(Transition Metal Dichalcogenides : TMDC)が次世代半導体材料として注目を集めている。TMDC は遷移金属とカルコゲン元素の組み合わせにより多様な電気的特性を持ちうるが、特に MoS₂ や WS₂ などは単層で直接遷移半導体であるためトランジスタ・光学素子等のデバイス応用が期待されている。近年では、有機金属化学気相成長法 (MOCVD 法) による成膜技術が発達し、従来の化学気相成長法 (CVD 法) と比べて単層内にヘテロ接合を作製することがより容易となった^[1]。半導体 TMDC によるヘテロ接合のバンドアライメントはバンドギャップの大きさやバンドオフセットの他に、格子歪の影響を強く受けるためバンドアライメントを計測評価していくことが必要となる。そこで我々は、実際に MOCVD 法を用いて単層 TMDC 同士によるヘテロ接合界面を作成し、STM/STS により格子歪と電子状態の同時計測を行った。

本研究では、WS₂/WSe₂、MoS₂/MoSe₂ヘテロ接合に対して物質特性の評価を行った。図(a)に MoS₂/MoSe₂ヘテロ構造の試料構造を示す。図(b)の積層領域の STM 像よりモアレのユニットセルは場所によって不均一であり(図(c))、2 層目面内に格子歪が生じている様子が確認された。モアレ周期を解析した結果 2 層目の面内ヘテロ接合界面で最も大きい格子歪は界面から離れるにしたがい数 10 nm スケールにわたって緩やかに減衰する様子が観測された。STS 測定の結果(図(d))、界面ではこの歪の影響により価電子帯上端のエネルギー位置が大きくシフトし、0.5eV ものバンドギャップ縮小が起こることが明らかになった。



図(a) 積層ヘテロ構造試料の模式図 (b) 積層領域の STM 像と(c)その拡大図
(d) 界面近傍(赤)とステップ近傍(青)の dI/dV スペクトル

[1] Y. Kobayashi et al., ACS Nano. DOI: 10.1021/acsnano.8b07991