

時間分解多探針 STM を用いた WS₂/WSe₂ 面内ヘテロ接合デバイス評価

○水野 良祐¹, 菊地 隆成¹, 茂木 裕幸¹, 和田 尚樹², 宮田 耕充²,
吉田 昭二¹, 武内 修¹, 重川 秀実^{1*}

¹筑波大学理工学群, ²東京都立大学理学部

Evaluation of WS₂/WSe₂ in-plane heterostructure device using time-resolved multiprobe STM

○Ryosuke Mizuno¹, Ryusei Kikuchi¹, Hiroyuki Mogi¹, Naoki Wada², Yasumitsu Miyata², Shoji Yoshida¹,
Osamu Takeuchi¹, Hidemi Shigekawa^{1*}

¹ Univ. of Tsukuba, ² Tokyo Metropolitan Univ.

遷移金属ダイカルコゲナイド系(TMDCs)二次元半導体は、Siに匹敵する高い移動度や、可視光領域のバンドギャップを持つ。また、組成に複数の選択肢を有し、組成変調によりバンド構造を制御し、高い自由度で光電子デバイス等への応用が期待されている。ヘテロ構造を作成する方法として、異なる組成の層同士を剥離転写法により層間で形成する方法と、成長中にソースを切り替えて層内で組成の異なる領域を作る方法がある。前者は、その手法の手軽さから盛んに研究されており、光電子物性の層間での結晶方位角の差や層間カップリング依存性、発電特性が報告されている¹。一方、後者の面内ヘテロ構造においては、層間の場合と比べ空間的に重なりが無いためにカップリングによるバンド変調がなく、大きなバンドオフセット差を得ることが期待できる。ただし、格子定数の異なる材料同士を接合させる場合には、結晶内に生じる応力についても注意が必要となり、ナノスケールでの注意深い評価が必要となるが、未だそのような研究は少ない。

本研究では、当研究グループが開発した多探針走査トンネル顕微鏡を用いて、SiO₂/Si基板上に化学気相成長(CVD)法により作成したWS₂/WSe₂面内ヘテロ構造について光照射下で評価を行った結果を報告する。

Fig. 1に試料の光学顕微鏡像を示す。図中矢印で示したヘテロ界面において波長600 nm, 0.1 nJ/pulseのフェムト秒光パルスを照射しながらSTM観察と時間分解計測を行った。結果、得られた形状像をFig.2上に示す。WS₂領域は比較的平坦であるが、WSe₂領域では格子定数差に起因する圧縮応力により波状の構造が確認できる。また、Fig.2上に各領域でトンネル電流から得られた時間分解スペクトルを示す。2成分の指数関数フィッティングを行い、1 ps程度の早い成分と、10 ps程度の遅い成分を得た。1 ps程度の早い成分はオージェ過程による緩和と考えられるが、主に遅い成分に信号レベル、時定数による差が見られ、ナノスケールでの空間分解測定に成功した。本研究結果は単分子層デバイス理解と将来の応用に必要不可欠な知見をもたらすものである。

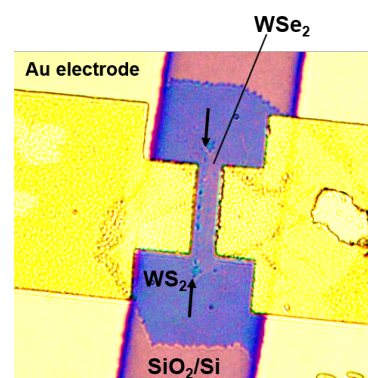


Fig. 1 試料光学顕微鏡像

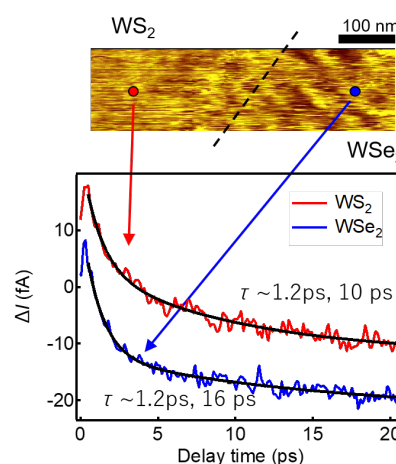


Fig. 2 (上)STM形状像、(下)各領域での時間分解スペクトル

1) Dong R et al, *J Vac Sci Technol B Nanotechnol Microelectron.*;35, 030803 (2017)

*E-mail: hidemi@ims.tsukuba.ac.jp, <https://dora.bk.tsukuba.ac.jp>