

時間分解走査トンネル分光法の開発

Development of Timeresolved Scanning Tunneling Spectroscopy

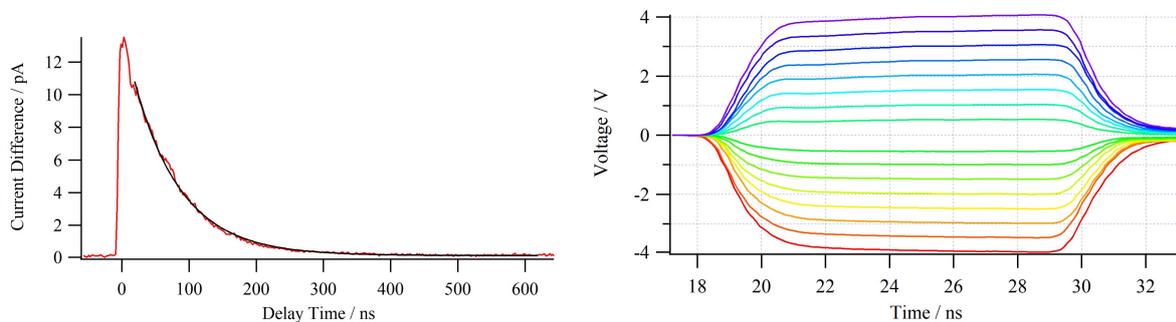
筑波大学数理物質 〇武内 修, 木樽 太一, 藤巻 慶大, 茂木 裕幸, 嵐田 雄介,
谷中 淳, 吉田 昭二, 重川 秀実

Univ. of Tsukuba 〇Osamu Takeuchi, Taichi Kogure, Yoshihiro Fujimaki, Hiroyuki Mogi,
Yusuke Arashida, Atsushi Taninaka, Shoji Yoshida, Hidemi Shigekawa

E-mail: takeuchi.osamu.ft@u.tsukuba.ac.jp

走査トンネル顕微鏡(STM)は非常に高い空間分解能を持つだけでなく、走査トンネル分光法(STS)測定においては局所電子状態密度(LDOS)に対するエネルギー分解能も有し、これを用いることで分子軌道やバンド構造の局所エネルギー分解測定が可能となる。近年開発されたポンプ・プローブ STM は従来の STM が電流プリアンプの帯域制限のために遅い現象しか測定できなかった問題を解決し、ナノ秒からフェムト秒で生じる超高速現象の観測を可能にした[1,2]。しかし、時間分解 STM を用いてエネルギー分解測定(STS)を行おうとする試みはまだ始まったばかりであり、未だ十分な精度を持つ測定は実現されていなかった。

本研究で我々は光励起時間分解トンネル分光システムを構築し、ナノ秒分解トンネル I-V 特性の時間変化を元に高速フォトキャリアダイナミクスを研究するために用いた。STM ステージ上の多層 WSe₂ 試料に繰り返し周波数 1 MHz で外部トリガー可能なナノ秒パルスレーザーを照射しフォトキャリアを励起(ポンプ)し、その直後に試料バイアス電圧へ高さ可変のナノ秒の矩形電圧パルスを印加した(プローブ、右図)。電圧パルス印可を約 1 kHz でチョッピングしつつ、電流プリアンプを介してグランドへ接続された STM 探針に流れたトンネル電流をロックイン検出することで時間分解トンネル電流を得たところ、左図のように約 72 ns の時定数を持つ減衰過程が見られた。発表では時間分解 I-V 特性の変化から高速キャリアダイナミクスについて考察するとともに、測定において重要となるいくつかの技術的なポイントについても議論する。



References:

- [1] Y. Terada, M. Aoyama, H. Kondo, A. Taninaka, O. Takeuchi and H. Shigekawa, Nanotechnology 18,044028 (2007).
- [2] S. Yoshida, T. Arashida, H. Hirori, T. Tachizaki, A. Taninaka, H. Ueno, O. Takeuchi, and H. Shigekawa, ACS Photonics 8, 315-323 (2021).