

光ポンププローブ STM : 光強度を変化させない遅延時間変調法

Optical-pump-probe STM: Delay-time modulation with less intensity modulation

筑波大数物[○]武内修, Zi-Han Wang, 茂木裕幸, Cheul Hyun Yoon, 谷中淳, 吉田昭二, 重川秀実

Univ. of Tsukuba[○] Osamu Takeuchi, Zi-Han Wang, Hiroyuki Mogi, Cheul Hyun Yoon,

Atsushi Taninaka, Shoji Yoshida, Hidemi Shigekawa

E-mail: takeuchi@bk.tsukuba.ac.jp, hidemi@ims.tsukuba.ac.jp

走査トンネル顕微鏡(STM)と超短パルスレーザーを組み合わせることで時間分解 STM を構成しようとする数ある試みの中の数少ない成功例として、遅延時間変調を用いた光ポンププローブ STM (OPP-STM)が知られている[1]。この手法が時間分解 STM として成功を収めた1つの理由として、この手法では光強度ではなく遅延時間を変調し、それに同期したロックイン検出を行うため、光強度変化により STM 探針が熱膨張・伸縮してしまうという STM に特有の問題を避けられることが挙げられる。OPP-STM では STM 探針直下の試料にポンプ光パルスを照射した後、一定の遅延時間の後にプローブ光パルスを照射する。ポンプ光により励起された試料がプローブ光到達時にどれだけ緩和したかを STM 電流を介して局所観察することが測定の基本である。遅延時間を Δt_1 と Δt_2 との間で周期的に切り替え、それに同期してトンネル電流のロックイン検出を行えば、ロックイン出力は2つの遅延時間に対応するトンネル電流の差 $I(\Delta t_1) - I(\Delta t_2)$ に比例する。したがって、 Δt_2 を固定し、 Δt_1 を走査することでトンネル電流の遅延時間依存性を高精度に測定できる。

しかし、このような矩形波的遅延時間変調が、遅延時間変調と同じ周波数の光強度変調を伴うことはこれまで見過ごされてきた。以下に強度変調の理由と、今回提案する新しい変調方法とを説明する。左図(a)のように Laser 1 を等間隔で発振させ、Laser 2 の発振タイミングを変化させて遅延時間変調を行うと、Laser 2 にはパルスの粗密が現れる。この粗密による強度変化は遅延時間変調とは90度位相のずれたものとなる。新方式では左図(b)のように Laser 1 と Laser 2 の発振タイミングを逆方向に同じだけ動かすことで、両者の粗密を相殺し、光強度変調を軽減する。当日は左図(b)の方法でも残る、遅延時間変調と同位相の光変調成分の詳細と、その除去方法も紹介する。また、この手法を WSe₂ 試料に適用して得た右図により、新手法の有用性を立証する。

[1] Yasuhiko Terada et al., Nature Photonics, 4, 12, 869-874 (2010).

