

時間分解 STM による Co/GaAs のキャリアダイナミクス測定

筑波大¹、CREST-JST² ○横田 統徳¹、寺田 康彦^{1,2}、
吉田 昭二^{1,2}、大久保 淳史¹、武内 修^{1,2}、重川 秀実^{1,2}

Inst. of Appl. Phys. Univ. of Tsukuba¹, CREST-JST²

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

ナノ科学の発展には局所的で高速な現象の評価分析技術が必要不可欠である。局所構造を計測する装置として原子分解能をもつ走査トンネル顕微鏡 (Scanning tunneling microscope STM) がよく用いられるが、電流-電圧変換回路の帯域制限があるため、時間分解能は高々マイクロ秒程度にしかない。このように高い時間・空間分解能を両立することは難しい。そこで我々は、STM とフェムト秒パルスレーザー技術を組み合わせることによって、フェムト秒で展開される超高速な過渡現象を原子分解能で観察する装置、遅延時間変調型パルスペア励起 STM (shaken pulse-paired excited scanning tunneling microscopy : SPPX-STM) を開発し、半導体試料を中心に興味ある結果を示してきた。本講演では、Co ナノ粒子/GaAs(110)系におけるキャリアダイナミクスのイメージングについて報告する。この系は、原子欠陥や量子ドットのモデル系である。これらのナノ構造はバンドギャップ内に準位を形成し、その準位を介したキャリアの捕獲や放出、再結合が起こるため、その周辺でキャリアダイナミクスが大きく変化することが予想される。

SPPX-STM では、STM のトンネル接合部に遅延時間 t_d を与えた二つの光パルス対を繰り返し照射し、トンネル電流変化 ΔI 像を取得する (図 1)。 $\Delta I(t_d)$ 像は、パルスを照射してから t_d 時間後の光生成キャリア密度分布を表すので、 $\Delta I(t_d)$ 像から計算した時定数をマッピングすれば、キャリアの緩和時間の空間分布が得られる (図 2)。この図では、予想したとおり、Co 付近でのキャリアの緩和時間が周囲に比べて短くなっていた。これは Co がつくるギャップ内準位にトンネル電子と光励起したホールが捕獲され表面再結合レートが増加したためである。講演では、原理の詳細も併せて報告する。

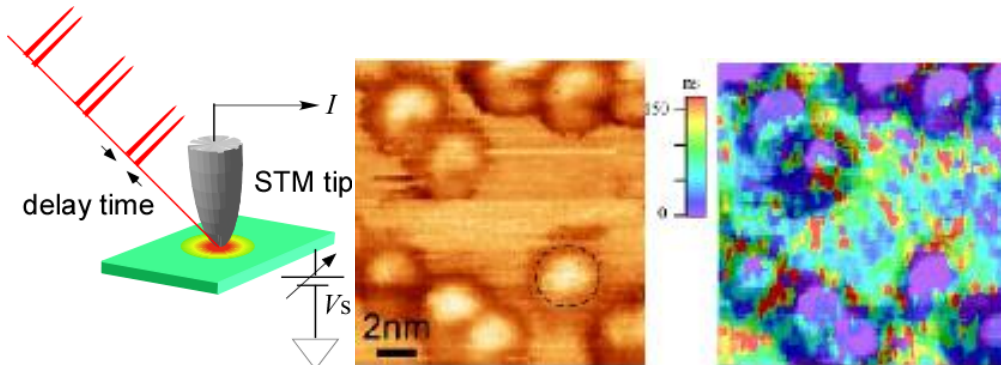


図 1 SPPX-STM 概略図

図 2 右) Co/GaAs STM 像 左) 時定数分布図