

# STM 探針光電子放出を利用した局所ポテンシャルダイナミクス評価

## Local potential dynamics evaluation using STM probe photoelectron emission

筑波大数理<sup>1</sup> ○茂木 裕幸<sup>1</sup>, (M1)若林 凜<sup>1</sup>, 嵐田 雄介<sup>1</sup>,

吉田 昭二<sup>1</sup>, 武内 修<sup>1</sup>, 重川 秀実<sup>1</sup>

Univ. of Tsukuba<sup>1</sup> ○Hiroyuki Mogi<sup>1</sup>, Rin Wakabayashi<sup>1</sup>, Yusuke Arashida<sup>1</sup>,

Shoji Yoshida<sup>1</sup>, Osamu Takeuchi<sup>1</sup>, Hidemi Shigekawa<sup>1</sup>

E-mail: mogi.hiroyuki.fp@u.tsukuba.ac.jp, <https://dora.bk.tsukuba.ac.jp/>

半導体デバイスは日々微細化し、GHz を越える動作速度が実現されている中で、電荷輸送は ps~ns のスケールで生じている。このようなデバイスで生じる電荷輸送を正しく評価し発展させるには、極小なスケールで観察しながら高速な現象を可視化する技術、つまり高い時空間分解能で計測する技術が必要不可欠である。電荷輸送を議論する上で局所的な試料表面ポテンシャルの計測が有効である。現在報告されている計測手法は空間分解能がナノスケールと高いものの時間分解能は  $\mu\text{s}$  程度に留まっており、有機材料のホッピング伝導ダイナミクス等が可視化されている[1]。一方、バンド伝導では nm スケールの輸送は ps~ns で生じる。本研究では、超高速領域で生じるキャリア伝導を捉えるために STM 探針とフェムト秒パルスレーザーを組み合わせ、探針先端から放出される光電子により試料表面のポテンシャルダイナミクスを評価する手法を開発した。

Fig.1 に示すように、パルス光(光強度 1.5 mW、スポット直径  $\sim 5 \mu\text{m}$ )を STM 探針先端に照射し、瞬間的に光電子を放出させる。この時、光電子電流は探針-試料間のポテンシャル障壁に依存するため、電流量から瞬間的な試料電位を見積もることが可能である。電圧源から 100 ns 程度の時間幅を持つ電圧パルスを試料へ印加し、光電子をプローブとして時間分解計測した結果を Fig.2 に示す。真空チャンバー内配線の高周波インピーダンスによりパルス波形が鈍化しているが、光電子により試料のポテンシャルダイナミクスを評価することに成功した。本研究で用いた光パルス幅は 400 fs 程度であり、従来手法より時間分解能は十分高いと言える。

本手法の開発により、キャリア等が作るポテンシャルのダイナミクスを高い時間分解能で測定することが可能となった。更なる応用として STM 観察と組み合わせ、ナノスケールの構造と対応させた電荷輸送ダイナミクス評価の実現も考えられ、微細化・高速化が著しい半導体デバイスの強力な解析ツールとなることが期待できる。

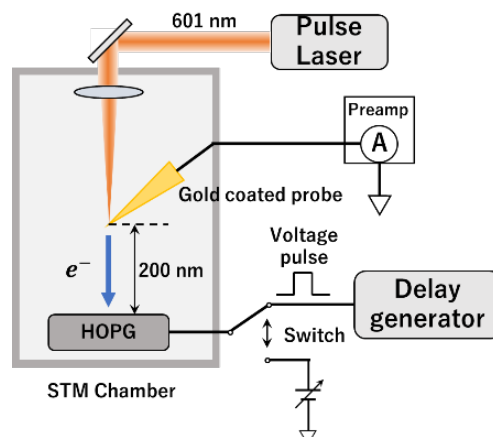


Fig.1 Schematic diagram of measurement system

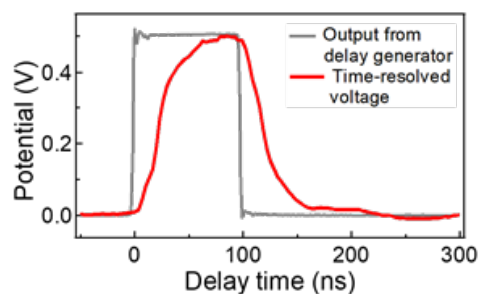


Fig.2 Time-resolved measurement results