

光電子計測を用いた金属探針先端における中赤外近接場の波形計測

Measurement of the waveform of a mid-infrared near-field on a metal tip by using
ultrafast modulation of photoemission current

筑大数理, [○]嵐田雄介, 五十嵐一步, 石川雅士, 吉田昭二, 武内修, 重川秀実

Univ. of Tsukuba, [○]Yusuke Arashida, Ippo Igarashi, Masashi Ishikawa, Shoji Yoshida, Osamu
Takeuchi, and Hidemi Shigekawa.

Email: arashida@bk.tsukuba.ac.jp

近年、電子-格子相互作用のようなピコ秒以下の時間領域の現象を空間局所的に観察する方法として、原子レベルの空間分解能と高い時間分解能を有する THz-STM に注目が集まっている[1]。その方法での時間分解能は THz パルスの帯域に制限され数 100 fs 以上となっている。我々はフェムト秒スケールで起こる電子のダイナミクスを観察するためにさらに短い時間幅のサブサイクル中赤外パルスを用いた中赤外 STM(MIR-STM)を開発している[2]。今回、真空チャンバー内において広帯域中赤外パルスが STM 探針先端に生じさせる近接場の時間波形を計測した。

光源には光パラメトリック増幅器 (OPCPA) の基本波(波長620 nm – 1000 nm, パルス幅～8.5 fs, 繰り返し4 MHz, パルスエネルギー0.8 uJ)を厚さ30 μm のGaSe結晶に入射し光整流効果により中赤外パルスを発生させた。Geビームスプリッタを用いて中赤外と基本波を同軸に合波し、ダイヤモンド窓を透過させて真空チャンバ内に導いた。Pt/Ir探針とHOPG試料を1 μm 程度離して設置し光を照射した。基本波である近赤外光により励起された光電子に由来する電流が中赤外電場の影響を受けて変調された様子を右図に示す。正バイアスの際に変調電流が大きくなるため電子は針から試料へ流れている。包絡線の幅～53 fs程度のサブサイクルパルスが観測された。正負の非対称性が現れており、これを用いることで電場駆動STMの時間分解能の大きな向上が期待される。当日、光電子の放出メカニズムや探針先端に励起された近接場の波形について詳細に議論を行う。

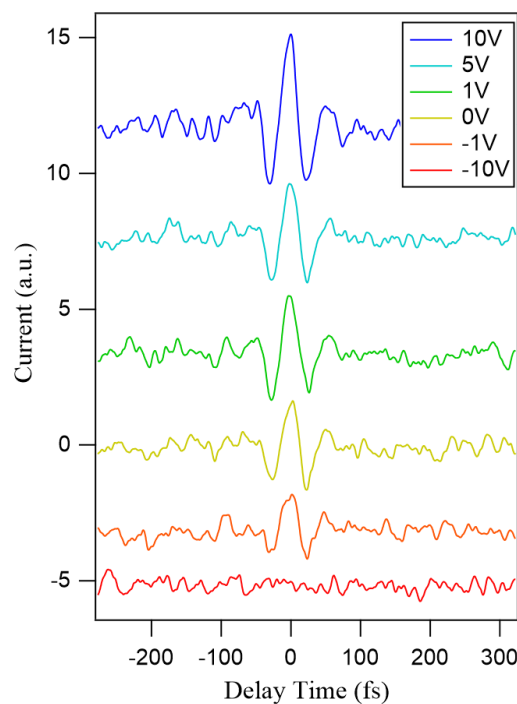


Figure 1, ultrafast modulation of photoemission current by mid-IR pulses under different bias voltage

[1] T. L. Cocker, Nat. Photon. 7, 620 (2013). [2] 吉岡克将, 第80回応物講演会18p-E205-1 (2019).