

# 位相制御THz-STMを用いた THz近接場とトンネル電子のサブサイクル制御 Sub-cycle manipulation of THz near-fields and electron tunneling using phase-controlled THz-STM

横浜国大院工<sup>1</sup>, 浜松ホトニクス<sup>2</sup>, 東大院理<sup>3</sup>

°(D)吉岡克将<sup>1</sup>, 片山郁文<sup>1</sup>, 嵐田雄介<sup>1</sup>, 伴篤彦<sup>1</sup>, 河田陽一<sup>2</sup>, 小西邦昭<sup>3</sup>, 高橋宏典<sup>2</sup>, 武田淳<sup>1</sup>

Yokohama National Univ.<sup>1</sup>, Hamamatsu Photonics<sup>2</sup>, The Univ. of Tokyo<sup>3</sup>

K. Yoshioka<sup>1</sup>, I. Katayama<sup>1</sup>, Y. Arashida<sup>1</sup>, A. Ban<sup>1</sup>, Y. Kawada<sup>2</sup>, K. Konishi<sup>3</sup>

H. Takahashi<sup>2</sup> and J. Takeda<sup>1</sup>

E-mail: jun@ynu.ac.jp, katayama@ynu.ac.jp

ナノサイエンスやナノテクノロジーの更なる発展のためには、超高速かつ超微細なスケールで物質のダイナミクスを明らかにし、制御する技術の開拓が必要である。これを実現するには、キャリアエンベロープ位相 (CEP) が制御された超短パルス[1]を如何に小さな空間に閉じ込めるかが鍵となる。そこで我々は、CEP 制御 THz 走査型トンネル顕微鏡 (THz-STM)を開発することにより、ナノ空間においてトンネル電子の超高速実空間制御を達成した[2]。この技術を発展させナノ空間かつ超高速で物質を自在に操るためには、トンネル接合における THz 近接場を実験的に明らかにし、更には制御する手法の開拓が必要不可欠である。本研究では、THz-STM と CEP 変調器[3]を組み合わせることにより THz 近接場の実験的導出を初めて可能にした[4]のでここに報告する。

図 1 に STM の探針-試料間に THz パルスを照射した際のトンネル電流の CEP 依存性を示す。挿入図は探針形状を表している。EO サンプリング計測した THz 波を仮定したときのトンネル電流 (黒) と実際のトンネル電流 (灰) では位相がシフトしており、電場波形が遠方場・近接場間で異なっていることが初めて明らかになった。この位相シフトはアンテナ効果によって誘起される探針先端の局所電場[5]によって説明することができ、青点に示すようにアンテナモデルを用いてトンネル接合における THz 近接場を導出することに成功した。数値シミュレーションの結果、THz 近接場の波形は波長オーダーの構造によるマクロな分極によって決定されることがわかった。さらに、如何なる探針形状においても所望の THz 近接場を創り出すことでサブピコ秒・ナノスケールの時空間で電子を操作できることがわかった。詳細は当日報告する。

[1] F. Krausz *et al.*, Nat. Photonics **8**, 205 (2014).

[2] K. Yoshioka *et al.*, Nat. Photonics **10**, 762 (2016).

[3] Y. Kawada *et al.*, Opt. Lett. **41**, 986 (2016).

[4] K. Yoshioka *et al.*, submitted.

[5] K. Wang *et al.*, Appl. Phys. Lett. **85**, 2715 (2004).

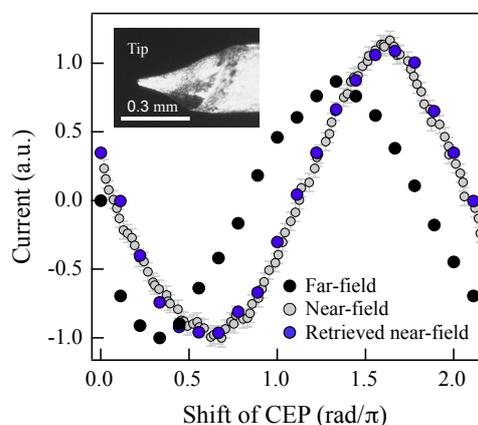


Figure 1. The CEP dependence of tunnel current