

位相制御THz-STMによるトンネル電子の ナノ空間超高速サブサイクル制御

Nano-scale ultrafast sub-cycle manipulation of electron tunneling using phase-controlled THz-STM

横浜国大院工¹, 浜松ホトニクス², 東大院理³

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

Yokohama National Univ.¹, Hamamatsu Photonics², The Univ. of Tokyo³

K. Yoshioka¹, I. Katayama¹, Y. Arashida¹, A. Ban¹, Y. Kawada², K. Konishi³

H. Takahashi² and J. Takeda¹

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

現代の情報技術の更なる発展のためには、従来の限界を上回る超高速かつ超微細な時空間スケールで電子を自在に操作する技術の開拓が必要不可欠である。そこで我々は、キャリアエンベロープ位相 (CEP) が制御された超短パルスを利用した光波エレクトロニクス[1]とナノプラズモニクスの融合を考えた。実際に、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、トンネル電子の超高速実空間制御[2]とナノ空間イメージング[3]を達成した。この技術の更なる発展には、トンネル接合において形成される 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発が必要である。本研究では、THz-STM と CEP 変調器[4]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[5]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によって説明することができ、赤点に示すように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することに成功した。当日は、今後の可能性についても議論する。

- [1] F. Krausz *et al.*, Nat. Photonics **8**, 205 (2014).
 [2] K. Yoshioka *et al.*, Nat. Photonics **10**, 762 (2016).
 [3] J. Takeda, K. Yoshioka *et al.*, J. Phys. D: Appl. Phys. **51**, 103001 (2018)
 [4] Y. Kawada *et al.*, Opt. Lett. **41**, 986 (2016).
 [5] K. Yoshioka *et al.*, Nano Lett. **18**, 5198 (2018)

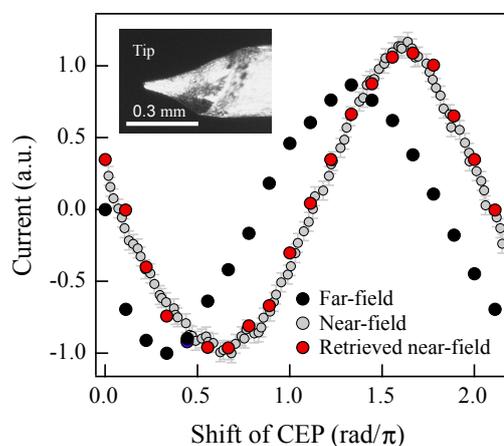


Figure 1. The CEP dependence of tunnel current