

THz 誘起走査型トンネル分光における Tip 増強 THz 波形の直接観察

Direct observation of tip enhanced Terahertz waveform in Terahertz-induced scanning tunneling spectroscopy

筑大数理¹, 京大化研², 東海大工³, 横国大院工⁴

○嵐田 雄介¹, 吉田 昭二¹, 廣理 英基², 立崎 武弘³, 五十嵐 一步¹, 吉岡 克将⁴,
佐成 晏之², 武内 修¹, 金光 義彦², 重川 秀実¹

Tsukuba Univ.¹, Kyoto Univ.², Tokai Univ.³, Yokohama National Univ.⁴, [○]Yusuke Arashida¹, Shoji Yoshida¹, Hideki Hirori², Takehiro Tachizaki³, Ippo Igarashi¹, Katsumasa Yoshioka⁴, Yasuyuki Sanari², Osamu Takeuchi¹, Yoshihiko Kanemitsu², Hidemi Shigekawa¹

Home page: <https://dora.bk.tsukuba.ac.jp>

テラヘルツ(THz)周波数帯の電磁波と走査型トンネル顕微鏡を組み合わせた THz-STM は原子レベルでの超高速輸送特性や強電場下における固体物性の解明のための新しいツールとして注目されている。この手法では電場増強効果により探針先端に局在した THz 近接場によってバイアス電圧を瞬間的に変調しトンネル電流を駆動する。これまで近接場の時間波形を測定する方法が存在しなかったが、本研究で初めて成功した[2]。この技術により今後の近接場の精密位相制御に期待がかかる。

実験は真空中で STM の探針と Bi₂Se₃ をトンネル接合させ、光源としてファイバレーザ増幅器(波長 1035nm, パルス幅 309 fs, 繰り返し 1MHz) の基本波(光パルス)と、LiNbO₃ 結晶を用いたパルス面傾斜法により発生させた THz パルスをトンネル接合に照射した。Figure 1a に光ポンプ THz-STM の概略図を示す。探針もしくは試料表面で基本波を吸収した電子はバンド内の非占有準位に励起され、さらに THz によってトンネル障壁の高さが変調されトンネル確率が変化する。

Figure 1(b)が EO サンプルング法によって計測された THz 遠方場の時間波形である。単一サイクルの Sin 波様の電場波形が得られた。光パルスと THz パルスを同時に STM へと入射した際のトンネル電流の遅延時間依存性を表したのが Fig. 1(c)である。THz 波によってトンネル電流量が変調されていることが確認でき、THz 近接場波形を反映していることが予想される。この変調波形が遠方場の相似形になっていない理由は THz 近接場の位相や振幅が遠方場とは異なっていることに起因している[3]。当日は、光パルス入射時の過渡的な IV 特性と近接場の時間波形の関係について議論する。

[1] T. L. Cocker, Nat. Photo.7, 620 (2013).

[2] S. Yoshida, ACS Photonics, 6, 1356

(2019). [3] K. Yoshioka, Nano Lett. 18, 5198

(2018).

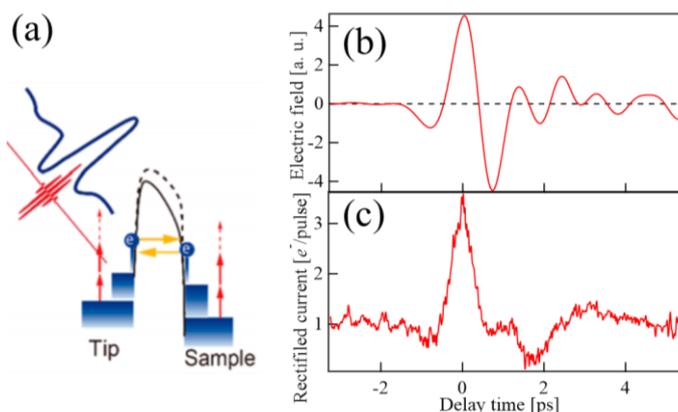


Fig. 1, (a) Optical pump THz-STM, (b) THz far-field waveform, (c) Tunneling current modified by THz.