

高強度 THz パルスを用いた時間分解 STM の開発

Development of Time-Resolved STM by Using a Strong THz Pulse

京大 iCeMS¹, JST-PRESTO², 筑波大³, 東海大工⁴, °廣理英基^{1,2}, 吉田昭二³,

立崎武弘⁴, 長井聡紀³, 重川秀実³

Kyoto Univ.¹, JST-PRESTO², Tsukuba Univ.³, Tokai Univ.⁴, °Hideki Hirori¹, Shoji Yoshida²,

Takehiro Tachizaki⁴, Satoki Nagai², Hidemi Shigekawa²

E-mail: hirori@icems.kyoto-u.ac.jp

瞬間的な外場（光、電場、磁場）による物性制御技術は、社会的な要請が高まっている超高速エレクトロニクスや光エネルギー変換においてブレークスルーを実現する可能性がある[1]。物質の非平衡状態の研究において、原子スケールおよびフェムト秒スケールの時空間分解能で電子状態を観測することは極めて重要である。近年、THz 電場パルスをバイアスとしたサブピコ秒の時間分解能を備えた走査型トンネル顕微鏡（THz-STM）技術が実証され[2]、ナノ構造半導体中のキャリアダイナミクスの解析・制御や単一分子の振動が観測されている[2-4]。本研究では外場による電子状態の劇的な変化が期待される強相関電子材料や原子層物質の過渡応答の原子スケール観測を目的とし、高強度・高繰り返し THz パルスを用いた低温超高真空 THz-STM の開発を行った。

本研究では、近赤外レーザーパルス（波長 1035nm、平均パワー20W、繰り返し 1MHz）を励起光源としてパルス面傾斜法により高強度 THz パルスを発生させた[5]。図 1(a)は EO サンプリング法で測定した THz パルスの時間波形であり、最大の電場振幅は 10 kV/cm である。図 1(b)はグラファイトとタングステン探針間に THz パルスを照射しながら測定したトンネル電流の I-V 曲線である。バイアス電圧を印加しない場合にも 50 pA のトンネル電流が得られ、THz 電場によってトンネル電流が誘起されたことを示している。また、図 1(c)は、THz 誘起電流を用いて測定したグラファイトの原子像である。本講演では、光励起効果の実験結果の詳細を含めて報告する。

[1] “Relaxations of Excited States and Photoinduced Structural Phase Transitions”, edited by K. Nasu (Springer, Berlin, 1997). [2] T. L. Cocker, *et al.* Nature Photon. **7**, 620 (2013). [3] T. L. Cocker, *et al.* Nature **539**, 263 (2016). [4] K. Yoshioka, *et al.* Nature Photon. **10**, 762 (2016). [5] H. Hirori, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **98**, 091106 (2011).

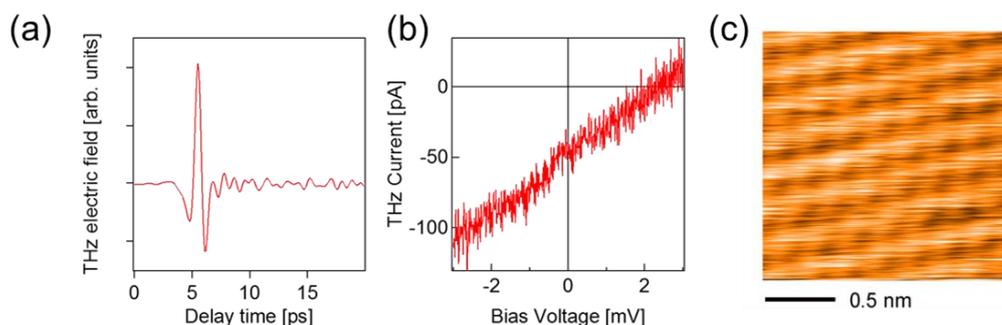


図 1. (a)THz パルスの時間波形、(b)グラファイト試料で得られた THz 誘起 I-V 曲線。(c) THz 誘起電流で得られたグラファイトの原子像(T=92K)。