

光励起-中赤外 STM による時間分解トンネル電流測定

○五十嵐 一步, 石川 雅士, 山本 祐揮, 嵐田 雄介, 吉田 昭二, 武内 修, 重川 秀実*

筑波大数理工

Time-resolved measurements of tunneling current on NIR-pump MIR-STM

○Ippo Igarashi, Masashi Ishikawa, Yuki Yamamoto, Yusuke Arashida, Shoji Yoshida, Osamu Takeuchi, and Hidemi Shigekawa*

Univ. Tsukuba

1. はじめに

近年、電子-電子相互作用や電子-格子相互作用等の超高速現象を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[1]に注目が集まっている。しかしその時間分解能はプローブ光のパルス幅に制限されピコ秒程度に留まっていた。本研究では近赤外パルスで光励起した STM 探針先端のトンネル接合にサブサイクル中赤外パルスを照射することで、トンネル電流をフェムト秒のスケールで瞬間的に変調することに成功した。

2. 実験装置

レーザー光源には Ti:S OPCA (波長範 640 nm - 980 nm, パルス幅 8 fs, 繰り返し 4 MHz, パルスエネルギー 1 uJ) を用いた。基本波をポンプ光とし、プローブ光には GaSe 結晶を利用した光整流により発生させたサブサイクル中赤外パルス (パルス幅 <30 fs) を用いた[2]。これらを超高真空チャンバ内に設置された Pt/Ir 探針とトポロジカル Bi₂Se₃ 間のトンネル接合に照射した。

3. 結果

真空中で光伝導アンテナを用いて計測した中赤外パルス波形を Fig. 1 に示す。中心周波数~20 THz かつ非対称性が強く表れた中赤外パルスが確認できる。これは光電場で電子をトンネルさせる際に重要である。

Bi₂Se₃ 試料上で取得した時間分解波形を Fig. 2 に示す。トンネル電流波形は Fig. 1 の遠方場波形と同程度の~30 fs の応答が観察された。光電場駆動の STM としては最も時間分解能の高い測定結果

が得られた。Bi₂Se₃ 表面において入射波形と同等の超高速応答が得られた理由は、多光子吸収により非占有準位に励起された電子が中赤外由来のトンネル電流に参与していたからと考えられる。

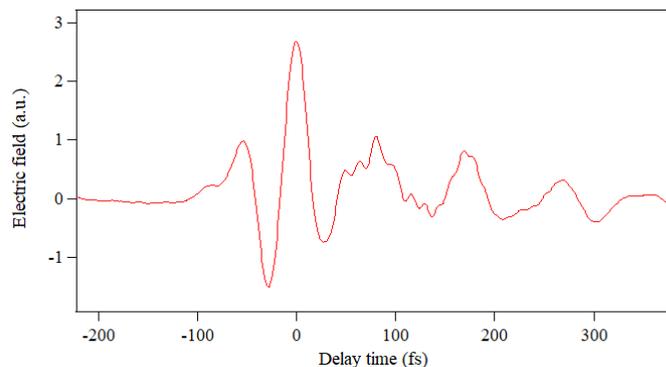


Fig. 1. 真空中の PCA による中赤外波形

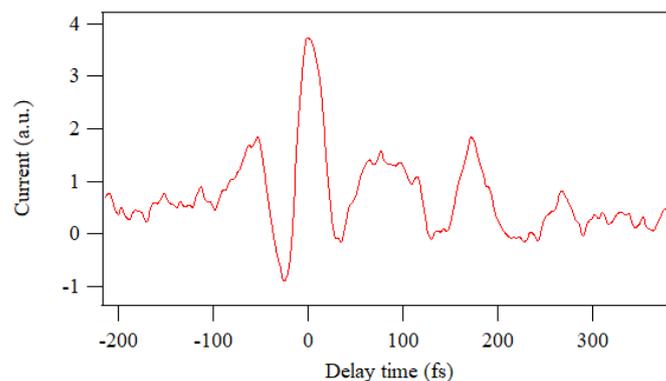


Fig. 2. Bi₂Se₃ の時間分解波形 1 V, 5pA

文 献

- 1) T. L. Cocker et al., Nat. Photonics, vol. 7, no. 8, pp. 620–625, 2013.
- 2) C. Kübler, R. Huber, and A. Leitenstorfer, Semicond. Sci. Technol., vol. 20, no. 7, 2005.

*E-mail: hidemi@ims.tsukuba.ac.jp