

THz 励起光波駆動 STM に向けた広帯域赤外パルス合波技術開発 II

Combining of broadband infrared pulses for THz-pump light-field-driven STM II

筑波大数理 〇(M2)梅田 直輝, 嵐田 雄介, 茂木 裕幸, 石川 雅士,

畑中 陽, 高松 暉, 武内 修, 吉田 昭二, 重川秀実

Univ. of Tsukuba, 〇Naoki Umeda, Yusuke Arashida, Hiroyuki Mogi, Masashi Ishikawa,

Akira Hatanaka, Akira Takamatsu, Osamu Takeuchi, Shoji Yoshida, and Hidemi Shigekawa

近年のテラヘルツ (THz) パルスの高強度化の技術革新により, THz 電場を用いた分子振動, 超伝導準粒子, 電荷密度波, ポーラロンなどの素励起の超高速制御が注目され盛んに研究されている[1,2]. 中赤外 (MIR) 周波数領域に共鳴エネルギーを持つこれら現象のダイナミクスを時間領域で理解するために, 広帯域な MIR パルスが必要である. 本研究では, サブサイクル (ワンサイクル以下) の MIR パルスおよび THz パルスを同時に発生させ, それらの帯域を維持したまま同軸配置で合波した[3]. 今回, MIR パルス電場波形の強度だけでなく位相の情報を得る為に, パルス幅 8.2 fs の近赤外 (NIR) 光も同軸に組み合わせさせた[4]. 同軸配置により取り回しが良くなり, 極低温・超高真空技術との融合が容易になることから, 超高速電場駆動現象の新たな分光学的研究の実現が期待される. 本研究ではこの光源の応用例の一つとして, 走査トンネル顕微鏡法 STM と組み合わせることで THz 電場駆動現象の実空間イメージング装置の開発を目指している.

Figure 1 は本研究で開発した光学系の概略図である[4]. 基本光源として Ti:S ベースの光パラメトリックチャープパルス増幅器 (OPCPA) を使用した. 波長範囲は 660 ~ 940 nm, パルス幅 8.2 fs, 繰返し周波数 4 MHz の基本波から, GaSe 結晶を用いた光整流効果によりサブサイクル MIR パルスを既に開発している[5]. THz パルスの発生には OPCPA のポンプビーム (中心波長 1032 nm, 324 fs) の一部を分割し, LiNbO₃ 結晶を用いた光整流効果を利用した. 合波後の MIR・THz パルス光を超高真空 STM 装置の試料ステージに設置した光伝導アンテナ (PCA) に集光し, 8.2 fs の NIR パルスをプローブ光として導入することで電場の時間波形を計測することに成功した. MIR と THz パルスの間の遅延時間は任意に変化させることが可能であり, これを STM に応用することで THz 電場の位相に敏感に応答する超高速量子過程の理解が新たな展開を見せることが期待される.

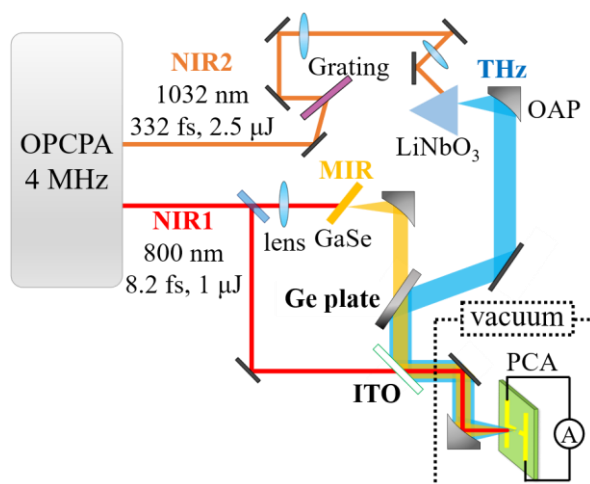


Fig. 1 Schematic diagram of the developed system.

Reference:

- [1] T. L. Cocker, *et al.*, *Nat. Photon.* **7**, 620 (2013).
- [2] P. Gaal, *et al.*, *Nature*, **450**, 1210 (2007).
- [3] N. Umeda, *et al.*, 2022 年第 69 回応用物理学学会春季学術講演会, 23p-E303-14
- [4] Y. Arashida, N. Umeda, *et al.*, *Appl. Phys. Exp.* **15**, 092006 (2022).
- [5] Y. Arashida, *ACS Photon.* **9**, 3156-3164 (2022).