

中赤外極短パルスの強電場下における固体のサブサイクル分光

Sub-cycle spectroscopy in solids under the strong electric field applied by ultrashort MIR pulses

東大物性研 ○夏 沛宇, Faming Lu, 石井 順久, 金井 輝人, 板谷 治郎

ISSP, the University of Tokyo ○P. Xia, F. Lu, N. Ishii, T. Kanai, and J. Itatani

E-mail: xia@issp.u-tokyo.ac.jp

近年、赤外のフェムト秒レーザー技術の発展によって 10 MV/cm を越える強電場を固体に印加できるようになり、高次高調波発生やキャリアの局在といった理論的に予測されていた現象が実験的に観測できるようになった[1-3]。このような固体中の極端非線形現象を調べる上で、パルス幅の短い長波長の高強度パルス光源は、サンプルを非熱的かつ非破壊的に励起する上で重要なツールである。そこでわれわれはこれまでに中心波長 3.5 μm 帯の CEP 安定な高強度中赤外パルス(50 μJ , 最短 21 fs)で発生させ、さらに電気光学サンプリングによる波形検出に成功した(Fig. 1(a))。また波長 3.5 μm の 1 周期(11.5 fs)より十分短いプローブ光を、Kr 封入ガスセル中での白色光発生とチャープミラーによる分散補償等によって得た(1.7 μJ , 5 fs, 490–740 nm)。

本研究ではこれらの極短パルス光源を用いて、固体中の極限的な電場応答を中赤外電場の 1 サイクル以下の時間分解能で調べた(Fig. 1)。Figure 2 では GaSe の薄膜サンプルの過渡吸収分光を行った例を示す。GaSe のバンドギャップ(2.0 eV, 620 nm)より下の波長(630 nm)では電場印加時に透過率の低下、また上の波長(610 nm)では全体的な上昇が見られ、これらは動的 Franz-Keldysh 効果によるものと解釈できる。しかしピーク電場が約 5 MV/cm を超える数サイクルの時間幅の時だけ、双方共に透過率が劇的に低下する領域があることが分かった。この領域では Franz-Keldysh 効果よりもさらに高次の非線形効果が起きていると考えている。

[1] S. Ghimire, *et al.*, Nat. Phys. **7**, 138 (2011). [2] T. Ishikawa, *et al.*, Nat. Commun. **5**, 5528 (2014).

[3] C. Schmidt, *et al.* Nat. Commun. **9**, 2890 (2018).

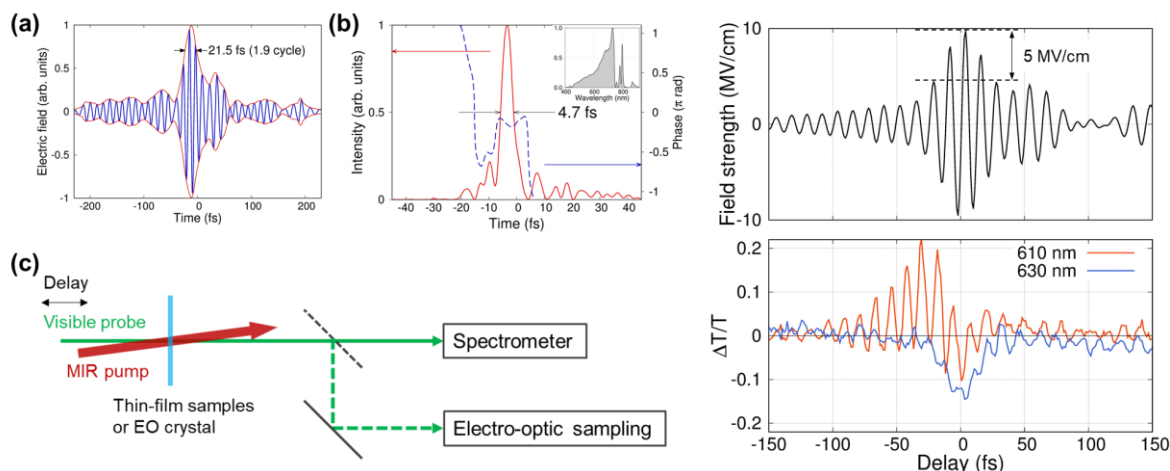


Fig. 1 (a) Mid-IR pump pulses measured by electro-optic sampling and (b) visible probe pulses retrieved from an SHG-FROG. The inset shows the spectral profile. (c) Experimental setup for electro-optic sampling and pump-probe spectroscopy on sub-cycle timescale

Fig. 2 Result of the transient absorption measurement of a GaSe thin film, and the electric field of the pump pulses at the same delay.