

高強度テラヘルツパルスで誘起する非線形光学現象

廣理 英基

京都大学 物質-細胞統合システム拠点

Nonlinear optical phenomena induced by intense terahertz pulses

Hideki Hirori

Institute for Integrated Cell-Material Sciences, Kyoto University

<Synopsis>

We demonstrate that a 1-MV/cm terahertz pulse can generate a substantial number of electron-hole pairs forming excitons in GaAs that emit near-infrared luminescence.

ごく最近、1MV/cm を超える電場振幅を持つ THz パルスの発生が可能になり、従来の THz 線形分光に加えて THz 非線形分光研究への応用が期待されている[1]。広く使われているフェムト秒再生増幅器からの光パルス (1mJ/パルス) を典型的な非線形結晶 ZnTe を励起子したときに得られる THz パルスの電場振幅は 10kV/cm 程度であり実に 100 倍程度の高強度化である[2]。1 THz を中心周波数とする THz パルスは、比較的高い共鳴周波数を持つ物質に対してピコ秒 (10-12 秒) の間だけ持続する DC 電場としてみなせる。このため高強度 THz パルスを使えば、固体物理学における中心課題である強電場下でのブロッホ粒子の運動の詳細を明らかにすることが可能になる。また 1MV/cm の電場は 10nm の間隙を持つ電極間に 1V の電圧を加えたときに生じる値に相当し、現実的な電子デバイスでも簡単に到達しうる。このため高強度 THz パルスによる研究は、ナノ構造化・高周波化が進む半導体デバイスにおける非平衡多電子系の非線形ダイナミクスについて全く新しい知見を与え、THz 帯域で動作する新たな光デバイス開発に重要な指針をもたらすと期待される。また最近では銅酸化物高温超伝導体においては THz パルス電場によりクーパ対の数を変えずに超伝導状態の制御が実現されており、物性制御の新たなパラメーターとなることを実証している[3]。

本発表では、まずここ最近大きな進展のあったニオブ酸リチウム LiNbO₃(LN)結晶を使った高強度 THz パルスの発生法について我々の実験結果とともに紹介する[1]。次に、GaAs/AlGaAs 多重量子井戸において 1MV/cm の電場振幅を持つ THz パルス励起がバンド間電子励起を可能にし、励起子発光観測を実現した最新の研究成果を紹介する[4]。

[1] H. Hirori, A. Doi, F. Blanchard, and K. Tanaka: Appl. Phys. Lett. 98, 091106 (2011).

- [2] J. R. Danielson, Y.-S. Lee, J. P. Prineas, J. T. Steiner, M. Kira, and S.W. Koch: Phys. Rev. Lett. 97, 237401 (2007).
- [3] A. Dienst, M. C. Hoffmann, D. Fausti, J. C. Petersen, S. Pyon, T. Takayama, H. Takagi, and A. Cavalleri: Nature Phys. 5, 485 (2011).
- [4] H. Hirori, K. Shinokita, M. Shirai, S. Tani, Y. Kadoya, and K. Tanaka: Nature Commun. 2, 594