

バルク GaAs における反射配置での高次高調波発生の実験と理論解析

The experiment and theoretical analysis of HHG in bulk GaAs using reflection geometry

東大物性研 °夏 沛宇, 玉谷 知裕, Lu Faming, 金井 輝人, 石井 順久, 金 昌秀, 秋山 英文,
加藤 岳生, 板谷 治郎

ISSP, the University of Tokyo °P. Xia, T. Tamaya, F. Lu, T. Kanai, N. Ishii, C. Kim, H. Akiyama, T.
Kato, and J. Itatani

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

2010 年頃に固体における高次高調波発生が実現され、新たなコヒーレント X 線発生法や、固体中の強電場ダイナミクスを探る新たなプローブとして期待されている[1]。これまで理論的には、キャリアの動的局在やトンネル確率の凍結といった様々な強電場現象が予想されており[2,3]、現実の物質において実験的にプローブできるようになれば重要な進歩である。本研究では典型的な半導体である GaAs 結晶の高次高調波分光を行い、理論解析との比較によって、MV/cm 程度の光電場下における電子ダイナミクスを探った。

実験では Fig. 1(a)に示すように、反射配置で GaAs からの高次高調波発生を行い、バンドギャップ(1.4 eV)直上の高調波スペクトルを、励起強度を変えながら測定した。光源は波長 3.65 μm (0.34 eV)、80 fs の中赤外超短パルス光を用いた。反射配置を用いた理由は、サンプル中伝搬に伴う多光子吸収などによる励起電場波形の劣化を抑えるためである[4]。Fig. 1(b)では高調波収量の励起強度依存性を調べた。どの次数も摂動論的なスケーリング則に従う立ち上がりの後、励起強度の増加に従って発生効率が飽和するだけでなく、振動構造を持つことが分かった。このような非単調な振動構造の物理的起源を確認するため、Luttinger-Kohn 模型[5]に光と物質の相互作用を取り入れた理論を構築した。そして GaAs 結晶の高次高調波スペクトルを数値的に解析し、定性的に Fig. 1(b)の実験結果を再現することができた。本講演では実験と理論の説明に加えて、高調波の励起強度依存性に着目し、電場駆動された GaAs 結晶中の電子ダイナミクスを議論する。

[1] S. Ghimire, *et al.* Nat. Phys. **7**, 138 (2011).

[2] F. L. Moore, *et al.* Phys. Rev. Lett. **73**, 2974 (1994).

[3] F. Grossmann, *et al.* Phys. Rev. Lett. **67**, 516 (1991).

[4] P. Xia *et al.* Opt. Express **26**, 29393 (2018).

[5] D. Sytnyk and R. Melnik, arXiv 1808.06988. (2018).

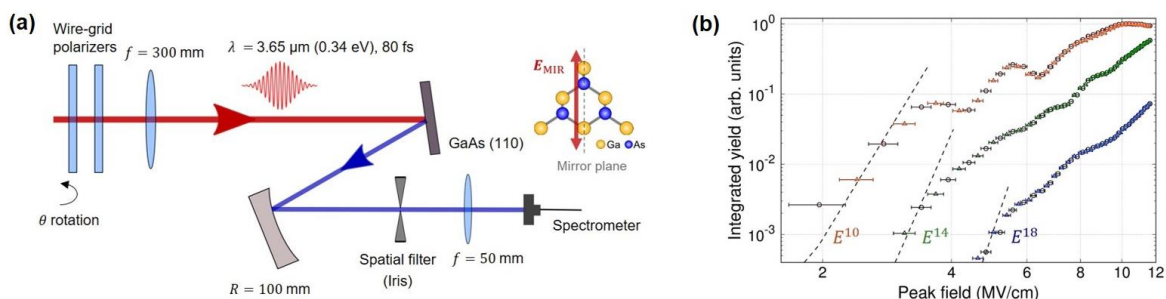


Fig. 1. (a) HHG in reflection geometry using bulk GaAs and the mid-IR laser source. The laser intensity is attenuated by using a pair of wire-grid polarizers. The iris is inserted in the beam path before the detector to reduce the fluorescence signal and the spatial inhomogeneity of high harmonics. (b) Drive-laser-intensity dependences of the spectrally integrated yield of the 5th to 9th harmonics. The dashed eye-guide lines show the perturbative scaling of each harmonic yield.