

固体結晶 GaSe における深紫外域の高次高調波発生 (II)

High-harmonic generation in DUV from GaSe crystal (II)

東大生研¹, 東大院工², 東大物性研³

○梶智博¹, 今坂光太郎¹, 篠原康², 金島圭佑³, 石井順久³, 板谷治郎³, 石川顕一², 芦原聡¹

IIS, The Univ. of Tokyo¹, School of Engineering, The Univ. of Tokyo², ISSP, The Univ. of Tokyo³,

○T. Kaji¹, K. Imasaka¹, Y. Shinohara², K. Kaneshima³, N. Ishii³, J. Itatani³, K. L. Ishikawa²,

S. Ashihara¹

E-mail: modern36@iis.u-tokyo.ac.jp

固体における高次高調波発生[1-2]は、高効率な極紫外アト秒光源、バンド分散再構築、ペタヘルツ光エレクトロニクス素子、電子ダイナミクス計測への応用が期待されている。その発生機構は、ツェナートンネリングに続く伝導電子の加速度運動（バンド内電流）と電子・ホール再結合（バンド間分極）が考えられているが、未だ統一的な理解には至っていない。結晶対称性や複数バンドのもたらす効果についても部分的にしか明らかになっていない。本研究では、GaSe 結晶においてバンドギャップ (1.98 eV) を大きく超える周波数領域の高調波発生の実現と、その諸特性解明を目的としている。

励起光には、Ponderomotive エネルギー ($\propto \lambda^2$) が大きく、材料の破壊を起こしにくいという点から、中赤外フェムト秒パルス（中心波長 2000 nm、時間幅 100 fs）を用いた。その直線偏光を GaSe 結晶に垂直入射し、高調波のスペクトルを計測した。励起光の電場振幅 39 MV/cm のときに得られたスペクトルを Fig.1 に示す。奇数次・偶数次含めて 11 次（波長 182 nm）に至るピークが現れており、バンドギャップの 3 倍以上の深紫外に達する高調波の観測に成功した。

励起偏光を結晶方位に対して回転させながら測定した高調波スペクトル（ただし励起偏光と平行な成分）を Fig.2a に示す。離散的な高調波スペクトルは、奇数次・偶数次ともに、六回反の結晶対称性に起因する 60°の周期性を示している[2,3]。今回、新たに、この離散スペク

トルに重畳して連続的なスペクトルが現れること、それが 60°の周期性を示すことを見出した。この特徴は、第一原理計算に基づいて半導体ブロッホ方程式を解いた数値計算結果ともよく一致する (Fig.2b)。今後は、この連続スペクトル成分の詳細を含め、バンドギャップを大きく超える短波長領域での高調波発生の特徴を明らかにする。

[1] S. Ghimire et al., Nat. Phys. 7, 138 (2011). [2] F. Langer et al., Nat. Photon. 11, 227 (2017). [3] K. Kaneshima et al., under review.

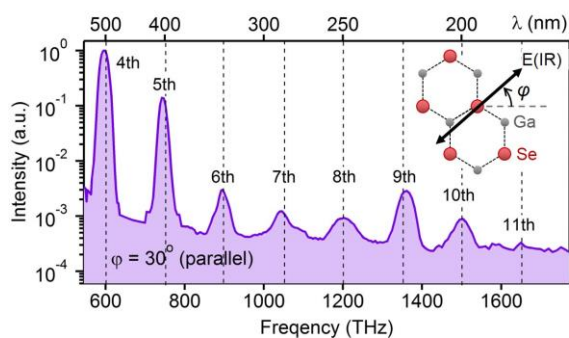


Fig. 1 The measured high-order harmonic (HH) spectrum ($\phi = 30^\circ$, parallel component).

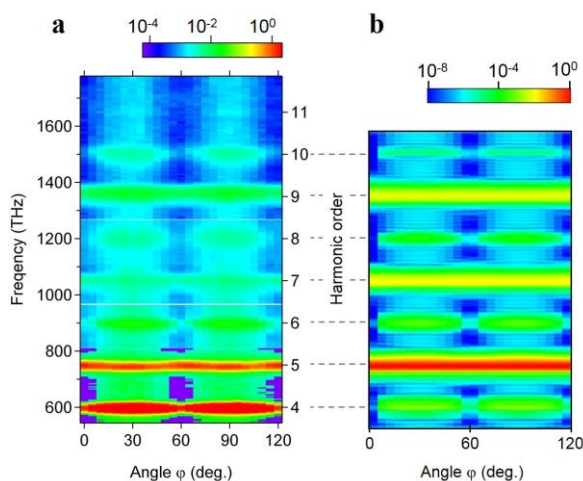


Fig. 2 (a) Measured and (b) simulated HH spectra for varied polarization angle (parallel components).