

共鳴アンテナの埋め込み構造を用いた固体の高次高調波発生

High harmonic generation in solids with buried resonant nanoantennas

東大生研¹ ○(D)今坂 光太郎¹, 梶 智博¹, 志村 努¹, 芦原 聡¹

IIS, The Univ. of Tokyo¹ ○Kotaro Imasaka¹, Tomohiro Kaji¹, Tsutomu Shimura¹, Satoshi Ashihara¹

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

中赤外フェムト秒パルスを用いることにより、高次高調波発生 (High-order harmonic generation: HHG) が固体でも起こることが近年報告された[1]。固体はその高い原子密度や個性豊かなバンド構造を反映して、高効率な極紫外アト秒光源、バンド構造再構築、電子ダイナミクス計測などへの応用が期待されている。さらには、プラズモニックナノ増強効果により得られる 1 V/nm 超の中赤外フェムト秒光パルスを固体 HHG に適用することにより、HHG の高効率化や波面・波形制御などが可能になると考えられる。我々はこれまでに赤外共鳴ナノアンテナを用いた固体 HHG の増強に取り組み、わずか 15 GW/cm² で誘起可能であること、アンテナにより局所的な発生効率が 10³-10⁵ 倍になること、ナノ増強場による高調波は ZnO の結晶対称性を反映したスペクトル選択則を示すことを明らかにした [2]。本研究では、共鳴ナノアンテナを固体基板中に埋め込むことによりナノ増強場が固体に作用する領域を大幅に増やし、固体 HHG のさらなる高効率化に取り組む。

Collective resonance 配置[3]で作製された共鳴ナノアンテナ周りの増強電場 E_x の分布を Fig. 1 に示す。アンテナを埋め込むことにより、アンテナ側面の増強電場も ZnO 内部に入り込み、高調波発生に寄与させることができる。この試料を用いて観測された高次高調波スペクトルを Fig. 2 に示す。共鳴ナノアンテナを用いることにより、5, 7 次光が増強され、新たにバンドギャップに起因する蛍光と 9 次光が観測された。さらに、共鳴ナノアンテナを ZnO 上に作製したもの(青線)と比べ、ZnO 内に埋め込んだものの方(赤線)が約 2 倍の高調波を得ることができた。

[1] S. Ghimire *et al.*, Nature Physics **7**, 138 (2011). [2] 今坂光太郎 他. 第 65 回 応用物理学会 春季学術講演会, 19a-B301-6 (2018). [3] F. Kusa *et al.*, Optics Express **25**, 12896 (2017).

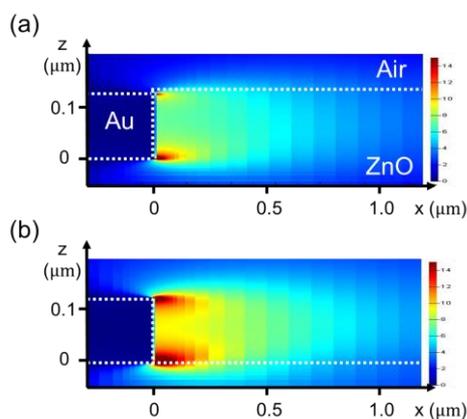


Fig.1 Electric field (E_x) distribution in ZnO with (a) buried antenna, (b) antenna on the basis.

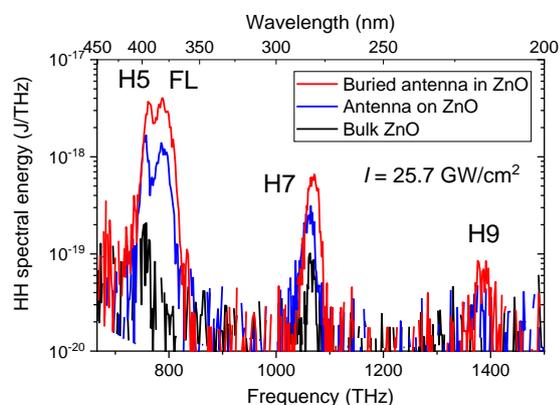


Fig.2 HHG spectra from O-plane ZnO with buried antennas (red), antennas on the basis (blue) and without antennas (black).