

二色レーザーを用いた固体における非線形光子吸収の第一原理計算

First-principles calculation of nonlinear optical absorption of crystalline solids with two-color laser fields

東大院工¹ ◦佐々木 翔¹, 篠原 康¹, 石川 顕一¹

Univ. Tokyo, School of Engineering¹, ◦Kakeru Sasaki¹, Yasushi Shinohara¹, Kenichi L. Ishikawa¹

E-mail: kakeru051113579@atto.t.u-tokyo.ac.jp

非線形光吸収は高強度場現象におけるもっとも基本的な過程の一つである。広いバンドギャップを持つ絶縁体において、線形吸収では見られない異方性が、非線形光吸収で現れることが報告されている [1]。非線形吸収量の最適化やその背後にあるメカニズムを明らかにすることで、レーザー加工過程の最初期過程の理解につながる。気相においては、二色光レーザーの相対位相制御することでイオン化レートが制御できることが知られている[2]。本研究では、固体において同様に二色混合の詳細で非線形吸収がどのように変わるのかを第一原理計算により調べた。シミュレーションでは二つのレーザーの強度の和を一定にした二色光レーザーを固体に照射した際のエネルギー吸収量の変化を調べた。

本研究では SALMON コード[3]を用いて、時間依存 Kohn-Sham 方程式 を数値的に解いて、レーザー電場による非線形光吸収量を評価した。レーザーパルスを照射した後と初期のエネルギーとの差を計算することで吸収エネルギーを計算した。

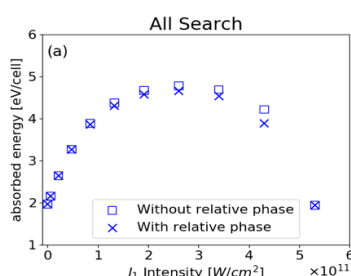


Fig. 1. (a) The nonlinear optical absorption as a function of first color intensity. Box and x marker represent NOA for $\varphi = 0$ and $\pi/2$ respectively.

図 1 に電場の強度の和を $5.308 \times 10^{11} \text{ W/cm}^2$ にした際、光子エネルギー 1.60 eV あるいは 3.20 eV の二色光の内訳を変えたときの非線形吸収量の変化を示した。どちらか単色光を用いるよりも、二色混合光を用いたほうが、吸収エネルギーが高くなることがわかった。二色の光の相対位相を $\pi/2$ ずらした場合でも同様に吸収エネルギーのピークが確認された。

[1] M. Gertsvolf, et al, Phys. Rev. Lett. **101** (2008), 243001

[2] H. G. Muller, P. H. Bucksbaum, D. W. Schumacher and A Zavriyev, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. **23** (1990), 2761

[3] M. Noda, S. A. Sato, et al, Comp. Phys. Comm. **235** (2018) 356.