

誘電体ナノメンブレンからの真空紫外第三次高調波発生における 材料・膜厚依存性

Material and film thickness dependence of vacuum ultraviolet third harmonic generation from dielectric nanomembranes

東大院理¹, JST さきがけ², 豊橋技科大³, 東大院工⁴

○小西 邦昭^{1,2}, 赤井 大輔³, 三田 吉郎⁴, 石田 誠³, 湯本 潤司¹, 五神 真¹

Univ. of Tokyo¹, JST PRESTO², Toyohashi Tech.³

°Kuniaki Konishi^{1,2}, Daisuke Akai³, Yoshio Mita¹,

Makoto Ishida³, Junji Yumoto¹, Makoto Kuwata-Gonokami¹

E-mail: kkonishi@ipst.s.u-tokyo.ac.jp

波長 100~200nm の真空紫外領域における波長可変フェムト秒レーザー光源は、物資中の電子の励起状態のダイナミクスを直接観測可能な時間分解光電子分光法[1]や、生体分子円二色性計測[2]のプローブ光源などの応用が近年注目されている。固体の非線形媒質からの真空紫外領域における第二あるいは第三次高調波発生ができれば、テーブルトップで簡便な真空紫外分光用光源としての活用が期待できる。しかしながら、真空紫外領域で透明かつ位相整合条件を満たす非線形光学結晶は非常に限られており、高度な結晶成長技術が必要で入手が困難である。我々は、真空紫外コヒーレント光の簡便かつ実用的な発生手法として、厚さ数 100nm 程度の誘電体自立薄膜(ナノメンブレン)からの第三次高調波発生(THG)が有用であることを見出した[3]。本講演では、発生する真空紫外第三次高調波の、メンブレン材料および厚さに対する依存性の詳細について報告する。

SiO₂ (厚さ 100nm, 300nm)、Epitaxial γ -Al₂O₃ (厚さ 50nm, 100nm)、Al₂O₃ (厚さ 100nm)、Si₃N₄ (厚さ 50nm, 100nm, 200nm)の誘電体ナノメンブレンそれぞれに対して、波長 470nm、パルス幅 100fs、繰り返し周波数 1kHz のレーザーパルスを、ビーム径約 50 μ m で集光した場合に生じる、波長 157nm (7.9eV)の第三次高調波の励起強度依存性を測定した(Fig.1)。どの試料においても、THG 強度は励起強度の 3 乗に従って増大し、レーザー破壊閾値に到達すると急激に減少する。発生する最大の真空紫外光子数は、厚さ 300nm の SiO₂ メンブレンの場合に最も大きく、分光応用が可能な 10⁷ photon/pulse に到達していることがわかる。一方、破壊閾値以下の THG 発生効率は、厚さ 100nm の Epitaxial γ -Al₂O₃ が最も大きいことがわかった。当日は、物質の膜厚依存性の違いについても併せて報告する。

[1] T. Kiss *et al.*, Rev. Sci. Instr. **79**, 023106 (2008)

[2] K. Matsuo and K. Gekko, Carbohydr. Res. **339**, 591 (2004)

[3] K. Konishi *et al.*, APL Photon. **5**, 066103 (2020)

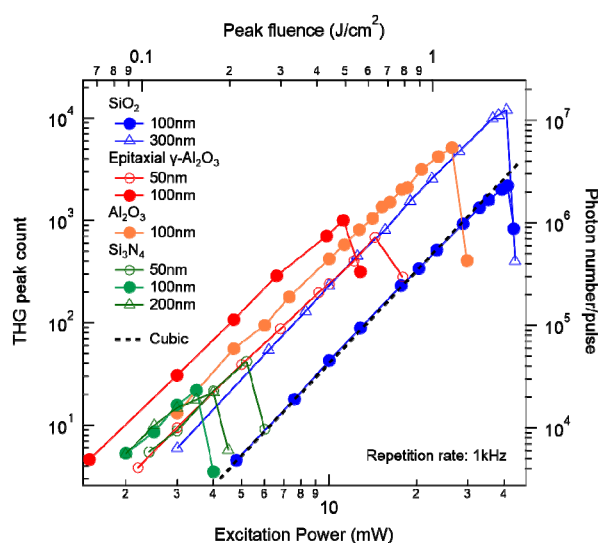


Fig.1 Material and film thickness dependence of vacuum ultraviolet third harmonic generation from dielectric nanomembranes on excitation power.