

誘電体ナノメンブレンを用いた真空紫外第三次高調波発生

Third harmonic generation in the vacuum ultraviolet region

using 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 PREST², 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、原子・分子の励起状態の観測や、化学反応制御などに用いられてきた。近年では、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]のプロブ光源としての応用も重要となっている。近年のレーザー技術の進歩により、市販の再生増幅器と光パラメトリック増幅器を用いることによって、紫外から可視光の領域における超短パルス光を高安定かつ簡便に発生させることが可能となった。これらの光源を基本波として用いて、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、波長変換に広く用いられている β -BaB₂O₄ のようなバルク非線形光学結晶は、真空紫外領域では吸収が大きいため、この領域への波長変換に用いることはできない。真空紫外への波長変換が可能なバルク結晶としては KBe₂BO₃F₂ 結晶[1]が知られているが、高度な結晶成長技術が必要で入手が困難である。

本研究では、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が有用であることを示す。厚さ 300nm の SiO₂ ナノメンブレンに対して、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 で集光すると、真空紫外領域における波長 157nm (7.9eV)の第三次高調波が明瞭に観測された(右図)。発生した 1 パルスあたりの最大フォトン数は約 10⁷ 個と見積もられ、真空紫外分光用プロブ光源としての応用が可能である。これは、誘電体の高いレーザー破壊閾値のために高いパルスエネルギーの基本波を用いることが可能であり、なおかつ薄膜であるため基本波の自己位相変調によるスペクトル広がりの影響が抑制できることによるものである。当日は、ナノメンブレン材料依存性や膜厚依存性の実験結果も併せて報告する。

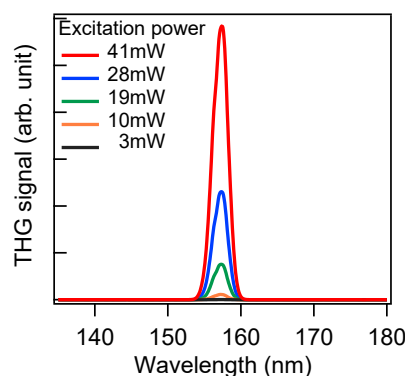


Fig. Third harmonic spectra from a 300-nm-thick SiO₂ nanomembrane in the vacuum ultraviolet region

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

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