

課題番号 : F-19-UT-0014
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : フォトニック結晶ナノメンブレンを用いた円偏光真空紫外波長変換技術の開発
Program Title (English) : Circularly polarized wavelength conversion into vacuum ultraviolet region using photonic crystal nanomembrane
利用者名(日本語) : 小西邦昭
Username (English) : K. KONISHI
所属名(日本語) : 東京大学大学院理学系研究科附属フotonサイエンス研究機構
Affiliation (English) : Institute for Photon Science and Technology, The Univ. of Tokyo
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、膜加工・エッチング、フォトニクス、非線形光学、波長変換

1. 概要(Summary)

波長 100~200 nm の真空紫外領域における円偏光フェムト秒レーザー光は、物資中の電子ダイナミクスを直接観測可能な時間分解光電子分光法や、生体分子円二色性計測のプロブ光源としての応用も重要となっている。そのため、簡便に真空紫外円偏光コヒーレント光を発生する方法が求められている。

本研究では、円偏光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、周期的なナノ空孔を作製した厚さ数 100nm 程度の誘電体自立薄膜(フォトニック結晶ナノメンブレン)からの円偏光第三次高調波発生が有用であることを明らかにした。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

高速大面積電子線描画装置 (ADVANTEST F7000S-VD01)、高速シリコン深掘りエッチング装置 (SPTS MUC-21 ASE-Pegasus 4”装置)、ステルスダイサー

【実験方法】

シリコン基板上に厚さ約 50nm の誘電体薄膜が作製された試料を用意し、ドライエッチングを用いてフォトニック結晶構造を作製した。シリコン基板の裏側に EBレジストを塗布し、電子線描画装置を用いてパターンを描画した。現像後に、高速シリコン深掘りエッチング装置を用いてシリコン基板の大半を除去した後、80°Cの TMAHを用いたウェットエッチングプロセスを施してフォトニック結晶誘電体メンブレンを作製した。

厚さ 300nm の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 の円偏光レーザーパルスを集光し、真空紫外領域に発生する第三次高調波の偏光状態を観測した。光学実験は東

京大学フotonサイエンス研究機構で行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

図に示すように、波長 157nm の第三次高調波が明瞭に観測され、励起円偏光と逆回りの円偏光成分が支配的であることを明らかにした。発生した真空紫外光の強度は、真空紫外分光のプロブ光として用いることが十分な強度であり、実用光源としての応用が期待される。

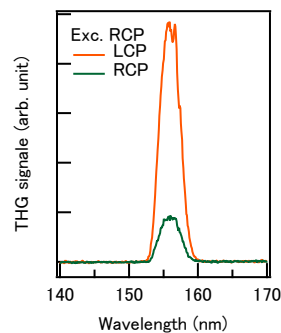


Fig. Circularly-polarized components of vacuum ultraviolet third harmonic generation from the photonic crystal nanomembrane excited by right circularly-polarized light.

4. その他・特記事項(Others)

- ・共同研究者: 豊橋技術科学大学 石田誠先生、赤井大輔先生
- ・さきがけ(JST) 「量子技術を適用した生命科学基盤の創出」真空紫外コヒーレント光を用いた円二色性生体分光技術の開発
- ・三田先生、藤原誠様、Eric Lebrasseur 様、水島彩子様 の技術支援に感謝いたします。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 小西他、第 67 回応用物理学学会春季学術講演会 13p-B401-5 上智大学 (2020年3月)
- (2) 小西他、日本物理学会第 75 回年次大会、16-aE33-2 名古屋大学 (2020年3月)

6. 関連特許(Patent)

特許出願済み