

## フェムト秒レーザーパルス対照射により誘起される ジルコニアセラミックス表面の周期構造

Formation of femtosecond laser-induced periodic surface structure on yttria-stabilized zirconia by irradiation of cross-polarized-pulse pairs

○欠端雅之<sup>1</sup>、小山達己<sup>2</sup>、屋代英彦<sup>1</sup>、西川正<sup>2</sup>、鳥塚 健二<sup>1</sup>

1. 産総研 電子光、2. 東京電機大

○Masayuki Kakehata<sup>1</sup>, Tatsumi Koyama<sup>2</sup>, Hidehiko Yashiro<sup>1</sup>, Tadashi Nishikawa<sup>2</sup>, and Kenji Torizuka<sup>1</sup>

1. Electronics and Photonics RI, AIST, 2. Tokyo Denki Univ.,

E-mail: [kakehata-masayuki@aist.go.jp](mailto:kakehata-masayuki@aist.go.jp)

**[背景]** レーザーを固体表面に複数ショット照射するとレーザー誘起周期的表面構造(Laser-Induced Periodic Surface Structure: LIPSS)が形成されるが、誘電体材料では照射条件に強く依存することが報告されている[1]。イットリア安定化正方晶ジルコニア多結晶体(3mol%  $Y_2O_3$  添加  $ZrO_2$ : 3Y-TZP)は優れた機械的特性を有するセラミックスであり医療部材や機械部材に用いられる。これまでフェムト秒レーザー(1030 nm, 810 nm, 515 nm, 343 nm)を用いて 3Y-TZP 表面に LIPSS 形成を行い、偏光に平行で周期  $\Lambda$  が波長  $\lambda$  と同程度か波長より大きな LIPSS の形成を確認してきた[2]。今回、形成機構の検討を目的とし、偏光が直交するパルス対を時間遅延を変えて照射し LIPSS を観測した。

**[実験方法]** 中心波長 810 nm パルス幅約 100 fs、繰り返し 570Hz のチタンサファイアレーザーを使用した。マッハツェンダー型干渉計に 1/2 波長板と偏光子を挿入し、直交する偏光を有する二つのパルス対(上下方向(縦)偏光をパルス v、左右方向(横)偏光をパルス h と呼ぶ)を生成した。各パルスのピークフルエンスは調整可能で、以下の条件 A, B では等しくした。一方のパルスのみ(v か h)を 40 ショット照射して LIPSS が形成されるフルエンスの条件を A (v, h の各ピークフルエンス  $F_p \sim 2.2$  J/cm<sup>2</sup>)とし、一方のパルスのみでは LIPSS が形成されないフルエンス条件を B (v, h が  $F_p \sim 1.7$  J/cm<sup>2</sup>)とした。パルス間の遅延は電動ステージで 100 ps まで変化させた。縦偏光パルス v に対して横偏光パルス h が後から入射する場合を、正の遅延時間とした。材料粉末(TZ-3YB-E, Tosoh)を成型し 1350℃で焼結後に鏡面研磨したものを 3Y-TZP 基板に用いた。集光レンズ通過後のビーム径と空間的重なりを確認し、3Y-TZP 表面にパルス対(v と h)を 570Hz で 40 ショット(80 パルス)照射し、照射後の形状を共焦点レーザー顕微鏡で観察した。

### [実験結果]

一方のパルスのみでも LIPSS が形成されるフルエンス条件 A で形成された LIPSS を Figure 1 に示す。遅延時間の絶対値が大きく二つのパルスに時間的重なりが生じない場合には、先に入射したパルスの偏光方向に平行な周期構造が形成され、遅延の絶対値が小さく二つのパルスに時間的重なりがある場合には、斜め方向の縞あるいは網目状の周期構造が観測された。また、一方のパルスだけでは LIPSS が形成されない条件 B においても、パルス対の照射により Fig.1 と同様な LIPSS が観測された。

講演では結果の詳細、報告されている  $SiO_2$  でのダブルパルス照射結果[3]との比較等を報告する。

本研究の一部は JSPS 科研費 16K13706 の助成を受け、文部科学省「ナノテクノロジープラットフォーム」事業の支援により AIST-NPF において実施した。

1. S. Höhm *et al.*, J. Appl. Phys. 112, 014901 (2012).
2. M. Kakehata *et al.*, Procc. LAMP2015, #15-017 (2015); Proc. SPIE LASE2016, 9740, 97401G (2016); Proc. LPM2016, #16-08 (2016); Proc. LPM2016, #16-11 (2016).
3. M. Rohloff *et al.*, J. Appl. Phys. 110, 014910 (2011).

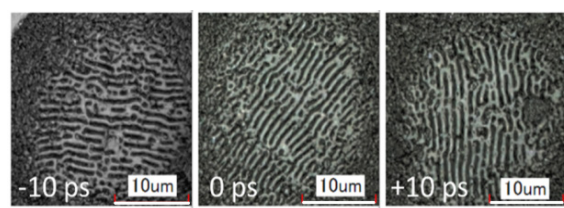


Figure 1. LIPSS formed for different time delay between two orthogonally polarized pulses. “+10 ps” corresponds that the horizontal polarization pulses reach 10 ps after the vertical polarization pulses. Peak fluence of each pulse was  $\sim 2.2$  J/cm<sup>2</sup>.