

イットリア安定化ジルコニアに形成されたレーザー誘起周期的表面構造の断面観察

Cross-section of ultrafast laser-induced periodic surface structures on yttria-stabilized zirconia

○欠端 雅之¹、屋代 英彦¹、大矢根 綾子²、伊藤 敦夫³、鳥塚 健二¹

1. 産総研 電子光技術、2. 産総研 ナノ材料、3. 産総研 健康工学

○Masayuki Kakehata¹, Hidehiko Yashiro¹, Ayako Oyane², Atsuo Ito³, and Kenji Torizuka¹

1. Electronics and Photonics RI AIST, 2. Nanomaterials RI AIST, 3. Health RI AIST

E-mail: kakehata-masayuki@aist.go.jp

[背景] 直線偏光の短パルスレーザーを金属や半導体表面に照射すると、偏光方向に直交する波長程度の周期構造が形成され [1]、また酸化物誘電体やガラスでは偏光に平行な縞構造の形成が条件によって観測されている[2]。レーザー誘起周期的表面構造(Laser-Induced Periodic Surface Structure: LIPSS)とその形成機構は材料や条件により異なる。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 $ZrO_2 : 3Y\text{-TPZ}$)は優れた機械的特性を有するセラミックスであり応用において表面修飾が有用な場合があるが、加熱やストレスによる結晶相の相転移や劣化に注意が必要である。前回、3Y-TPZ の LIPSS 形成を初めて確認し、形成条件と形成された構造の特徴を報告した[3]。LIPSS は直線偏光に平行であり周期が波長と同程度か大きいという特徴があった。また照射による単斜晶への変化はX線回折測定(XRD)により(侵入長 $\sim 10\mu\text{m}$) 1 vol%程度と見積もられた[3,4]。今回、基板へのレーザーの影響を調べることを目的とし LIPSS 断面の観察を行った。

[実験方法] 3Y-TZP 基板は、材料粉末 (TZ-3YB-E, Tosoh) を 1350°C で焼結後、鏡面研磨したものをを用いた。チタンサファイアレーザー (中心波長 810nm 、パルス幅 80fs 、 570Hz) を、レンズ系を用いて基板上に集光照射し LIPSS を形成した。エッチングと観測を行うために LIPSS が形成された基板に約 100nm 厚の Pt 層と約 500nm 厚の W 層をコーティングを施してから、Ga の収束イオンビーム(FIB)エッチングを行った。断面観測には走査型イオン顕微鏡(SIM)と電界放出型走査型電子顕微鏡 (FE-SEM) を用いた。

[実験結果] LIPSS 断面の SIM 像を Fig.1 に示す。LIPSS は周期 $\sim 900\text{nm}$ 、深さ $\sim 300\text{nm}$ であり、断面には多結晶体を構成する結晶粒が確認できた。表面から深さ $1\mu\text{m}$ 程度には穴や亀裂が認められる部分もあり、ストレスなどにより結晶相の変化を誘起することが推測される。侵入長を変えたX線回折による結晶相評価と合わせて深さ方向の変化について検討する。

[今後の検討事項] 構造形成の物理的機構解明、応用に向けた機械的強度評価や材料の長期的安定性の評価を行う。

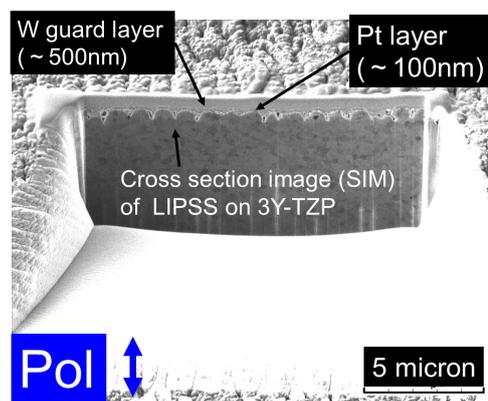


Figure 1. SIM image of cross-section of LIPSS generated on 3Y-TZP (observed at 45 degree from normal surface). Blue arrow indicates direction of the laser polarization.

-
1. J. F. Young *et al.*, Phys. Rev. B 27, 1155 (1983).
 2. S. Höhm *et al.*, J. Appl. Phys. 112, 014901 (2012).
 3. 欠端 他, 第 62 回応用物理学会春季学術講演会, 11a-A11-6 (2015 年 3 月 11 日).
 4. M. Kakehata *et al.*, LAMP2015, Tu2-LO-5 (2105 年 5 月 26 日).