

パルスレーザーアブレーションによる微細構造物形成の基礎と応用

Fundamental of nano-structures induced by pulse laser ablation and its applications

東海大総科研¹、京大化研² ○橋田昌樹^{1,2}、升野振一郎²

RIST Tokai Univ.¹, ICR Kyoto Univ.², °Masaki Hashida^{1,2}, Sbin-ichiro-Masuno²

E-mail: hm412473@tsc.u-tokai.ac.jp

材料の破壊閾値よりわずかに高いフルエンス（単位面積あたりのレーザーエネルギー：J/cm²）のパルスレーザーを材料に照射すると、その表面が飛散剥離し（アブレーションと呼ぶ）加工痕跡ができる。特にフェムト秒のパルスレーザーが照射されると、原子レベル以下の深さで掘れる¹⁾だけでなく、加工痕底面にはレーザー波長（ $\lambda=800\text{nm}$ や $\lambda=85\mu\text{m}$ ）よりも、はるかに短い格子間隔（ $\lambda/13$ 図 (a) や $\lambda/25^2)$ 図 (b)）の微細周期構造（Laser Induced Periodic Surface Structures :LIPSS）が自己組織的に形成する。1997 年以降³⁾、フェムト秒レーザーによる LIPSS 形成について多くの研究報告がなされてきたが、レーザー照射された表面状態変化を高い時空間分解能で計測（その場計測）する手段がなく微細構造形成機構に関係する相互作用物理の理解は進んでいない。我々は先端ビーム（レーザー、X 線、電子線）を用いた「その場計」のための高時空間分解計測器の開発に取り組んでいる。応用面では、フェムト秒レーザーにより形成される LIPSS は、大気・常温下で幾何学形状に加え結晶状態⁴⁾⁵⁾も制御できることから機能材料創成として有望なプロセス技術として期待されている。講演では、フェムト秒レーザー微細構造形成機構に関する知見に加え、電子パルスやレーザーを用いたフェムト秒レーザー微細構造形成のその場計測、そして微細構造物の応用例（太陽電池の反射率低減）⁶⁾の最新成果を紹介する。

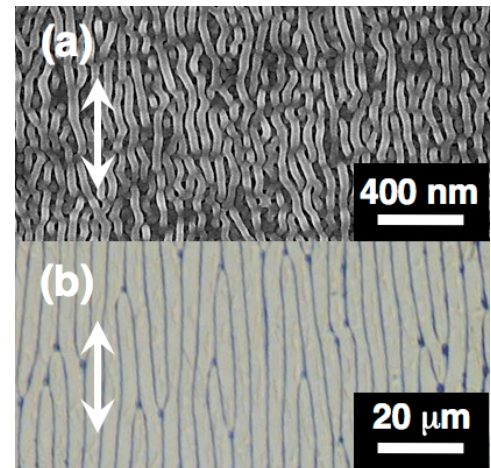


図 SEM 観察像 (a)近赤外 ($\lambda=800\text{nm}$) フェムト秒レーザーによりチタン表面に形成された微細周期構造(格子間隔 $\lambda/13$) (b)THz 波 ($\lambda=85\mu\text{m}$) レーザー照射によりシリコン表面に形成された微細周期構造(格子間隔 $\lambda/25$)²⁾.白矢印は偏光方向を示す。

参考文献

- 1) M. Hashida, A. Semerok, O. Govert, *et al.*, Appl. Surf. Sci. **197-198** (2002) 862-867.
- 2) A. Irizawa, S. Suga, T. Nagashima, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **111**(2017)251602-1 - 251602-5.
- 3) D. Ashkenasi, Appl. Surf. Sci. **120**(1997)65.
- 4) M. Hashida, Y. Miyasaka, Y. Ikuta, *et al.*, Phys. Rev. B **83** (2011) 235413.
- 5) R. Miyagawa, D. Kamibayashi, H. Nakamura, *et al.*, Sci. Rep. **12**(2022)20955.
- 6) 児子史崇、橋田昌樹、塚本雅裕ら、電気学会論文誌 A **140** 巻 8 号 (2020) 401-406.

謝辞

本研究の一部は、H30-R9 年度文部科学省光・量子飛躍フラッグシッププログラム (Q-LEAP) 基礎基盤研究「先端ビームによる微細構造物形成過程解明のためのオペランド計測」JPMXS0118070187、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)「エネルギー・環境新技術先導プログラム/新機能材料創成のための高品位レーザー加工技術の開発」、京都大学エネルギー理工学研究所ゼロエミッションエネルギー研究拠点（課題番号 ZE31B-27、ZE2021A-38）、天田財団研究開発助成（課題番号 AF-2018203、AF-2022233-B3）、NIFS 共同研究（NIFS17KNTS053、NIFS20KNTS067）の支援を受けて行われた。