

ピコ秒レーザー照射を用いた SiC 上 DLC における

レーザー誘起ナノ周期構造の形成

Formation of picosecond laser induced nano periodic structure of DLC on SiC

徳島大院創成¹, 東大物性研², 日本アイ・ティ・エフ(株)³, 日新電機(株)⁴, 秋田大理工⁵○山本 健¹, 高橋 孝², 内海 慶春³, 柴田 明宣⁴, 山口 誠⁵, 小林 洋平², 富田 卓朗¹Tokushima Univ.¹, Univ. of Tokyo.², Nippon ITF Inc.³, NISSIN ELECTRIC⁴, Akita Univ.⁵,○Ken Yamamoto¹, Takashi Takahashi², Yoshiharu Utsumi³, Akinori Shibata⁴Makoto Yamaguchi⁵, Yohei Kobayashi², Takuro Tomita¹

E-mail: k.yamamoto@ee.tokushima-u.ac.jp, tomita@tokushima-u.ac.jp

1. はじめに

アブレーションしきい値を超えるフルエンスに調整された超短パルスレーザー(フェムト秒、ピコ秒)を固体表面に照射すると、従来のパルスレーザー($>10^{-9}$ 秒)に観られないナノ周期構造が固体表面に自己組織的に形成される。自己組織的に形成するナノ周期構造は LIPSS(Laser Induced Periodic Surface Structure)と呼ばれ、今日までに金属、半導体、絶縁体について多くの研究報告^[1]がなされてきた。LIPSS は大きく分けて 2 種類あり、格子間隔 Λ がレーザー波長 λ_L に対して $0.5\lambda_L \sim \lambda_L$ のものを”LIPSS”、 Λ が $0.5\lambda_L$ 未満のものを”Fine LIPSS”と分類する。ナノ周期構造の格子間隔 Λ は照射するレーザー波長 λ_L に依存し、周期が $0.25\lambda_L \sim \lambda_L$ で形成された研究報告が多い。また、これよりも細かなナノ周期構造が形成された報告があり、Ti 上に $0.1\lambda_L$ で形成されている。本研究では SiC 上の Diamond-Like Carbon(DLC)表面にレーザー波長の 10 分の 1 より細かなナノ周期構造が形成されたので報告する。

2. 実験方法

厚さ 334 μm の SiC 基板の上に Spark-Less Arc(SLA)法によって、DLC 膜を 1 μm 成膜した。作製した試料に対してピコ秒レーザーを DLC 膜表面に照射を行った。レーザーの光学系については参考文献^[2]に譲る。レーザーの照射条件はパルス時間幅が 1.5 から 23[ps]、レーザーフルエンスが 1 から 10[J/cm²]、レーザー波長: 1.03[μm]、繰り返し周波数: 1[MHz]、スポット径: 5[μm]、ショット数: 10⁵[shot]で照射を行った。照射を行った試料に対して光学顕微鏡と電界放出型走査型電子顕微鏡(FE-SEM)を用いて、照射痕を観察した。

3. 実験結果と考察

本研究ではピコ秒レーザーのパルス時間幅とレーザーフルエンスを変化させることで固体表面の形状にどのような違いが生じるのか観察した。パルス時間幅が大きくなるにつれて、Fig. 1 に示すようなナノ周期構造が顕著に形成されることを確認した。レーザーフルエンスが小さくなると 1 つの照射痕内に 2 つの周期のナノ周期構造が形成され、格子間隔 Λ が $0.088\lambda_L$ (周期: 91[nm])と $0.32\lambda_L$ (周期: 330[nm])程度であることが SEM 観察により分かった。

参考文献

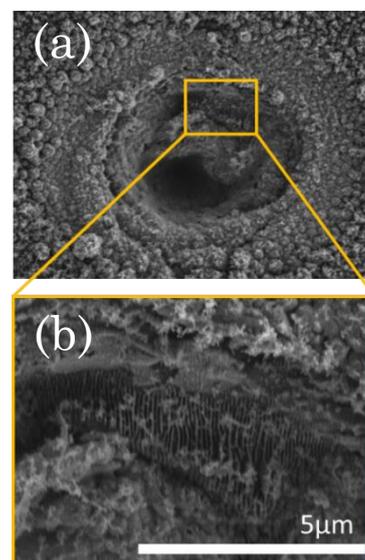
[1] M. Hashida *et al.*, Laser Review, **43** 745 (2015)[2] T. Takahashi *et al.*, Appl. Phys. A, **126** 582 (2020)

Fig.1(a): LIPSS at the laser fluence of 10J/cm², pulse duration of 10ps. (b): Enlarged image of the Fine LIPSS