

フェムト秒レーザー直接描画による PDMS への導電性構造作製

Femtosecond-Laser Direct Writing of Electrically Conductive Structures on PDMS

慶大院理工^a, 慶大理工^b,[◦](M2) 林 秀一郎^a, (M1) 茂呂澤 郁也^b, 寺川 光洋^{a,b,*}

Grad. Sch. Keio Univ.^a, Keio Univ.^b,[◦]Shuichiro Hayashi^a, Fumiya Morosawa^b,

Mitsuhiro Terakawa^{a,b,*}

*E-mail: terakawa@elec.keio.jp

柔軟性に優れた高分子材料等のソフトマテリアルに導電性構造を付与することでフレキシブルデバイスの作製が可能となる。これまでに高分子材料への導電性構造作製について様々な手法が検討されている。レーザーを用いた手法は支持体となる高分子材料へのレーザー照射のみにより導電性を有する炭素構造等を作製可能であるため、レーザー光を走査することで任意の形状に導電性構造を高分子材料に直接作製可能である。近年、我々はフェムト秒レーザーパルスを集光照射することでポリジメチルシロキサン (PDMS) 表面を導電性構造に改質できることを明らかにした¹。本研究では、本手法を用いて作製した導電性構造の材料解析、並びにフレキシブルデバイスへの応用を検討した。PDMS の表面に繰り返し周波数 63 MHz のフェムト秒レーザーパルスを集光照射すると、黒色構造に改質した (Fig. 1 (a))²。作製した構造につきラマン分光法により解析を行った結果、グラフェン特有の D、G、2D バンドが確認され、レーザー照射によるグラフェンの生成が示された。また、透過型電子顕微鏡 (TEM) を用いて作製構造を観察したところ、作製構造はナノ寸法のシリコンカーバイド (β -SiC) 結晶および多層の炭素構造によって構成されていることが確認できた (Fig. 1 (b))。異なるレーザーパラメータで構造作製を行い導電性の計測を行った結果、導電性は炭素構造の結晶性に依存することを明らかにした。続いて、ひずみセンサ作製に向け、レーザーパルスをラスタ走査して構造作製を行った。作製した構造を屈曲したところ、屈曲に伴い抵抗値が著しく増大し、圧抵抗特性を示した³。更に、導電性構造を LED に接続することでモーションセンシングを可視化し、本手法を用いて作製した導電性構造のフレキシブルデバイスへの応用を実験実証した (Fig. 1 (c))。

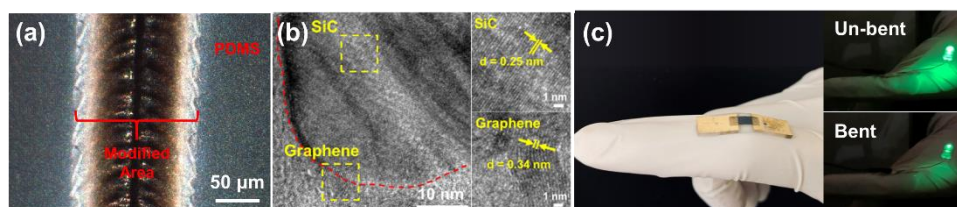


Fig.1 (a) Digital microscope image of formed black structure by a single scan of femtosecond laser pulses. (b) Typical TEM image showing the existence of a SiC nanocrystal and multilayer graphitic carbon. (c) Fabricated strain sensor showing a change in LED brightness due to bending of finger joint.

¹ Y. Nakajima, S. Hayashi, A. Katayama, N. Nedyalkov, M. Terakawa, *Nanomaterials* **8**, 558 (2018).

² S. Hayashi, F. Morosawa, M. Terakawa, *Nanoscale Advances* **2**, 1886-1893 (2020).

³ S. Hayashi, Y. Nakajima, M. Terakawa, *Opt. Mater. Express* **9**, 2672-2680 (2019).