

Title	高繰り返しフェムト秒レーザパルスによる有機材料への導電性付与
Sub Title	Modification of organic materials to conductive materials by using high repetition rate femtosecond laser pulses
Author	寺川, 光洋(Terakawa, Mitsuhiro)
Publisher	福澤基金運営委員会
Publication year	2022
Jtitle	福澤諭吉記念慶應義塾学事振興基金事業報告集 (2021.)
JaLC DOI	
Abstract	<p>3年計画の2年目となる2021年度は、天然資源由来の材料として竹材への導電性付与、リグニンを用いた選択的熱的効果の増強、SiCを経由した炭素材料の生成と微小高感度センサーの作製を行うとともに、研究成果を展開することでグラフェン量子ドットが直接描画できることを示した。竹材への導電性付与では、レーザパルス照射により導電性を示す多孔質の黒鉛質炭素が生成すること、同構造が電気二重層キャパシタに応用可能であることを実験実証した。リグニンを用いた研究では、単独ではレーザによる炭化が容易ではないポリ乳酸を対象とし、リグニンを光吸収体として含有させることで黒色の導電性構造が作製できることを示した。SiCを経由した炭素材料の生成では、前駆体としてポリジメチルシロキサンを使用し、SiCならびにsp2炭素とsp3炭素の生成を確認するとともに、カーボンナノオニオンが生成することを明らかにした。また、前年度に開発を行ったデフォーカス照射方式を利用することで、ポリジメチルシロキサンを前駆体とする指輪型のデバイスを作製し、心拍モニタリングを試みた。心拍に伴う血管の膨張と収縮を作製したセンサーの抵抗値により測定し、開発技術の応用実証を達成した。さらに、研究代表者らは光乖離と熱分解の過程に着目し、導電性を示すような構造だけでなく、材料内部に分布する黒鉛化炭素粒子の寸法を制御できるのではないかと考えた。特定のレーザパラメータではナノメートル寸法の黒鉛質炭素結晶が生成することを見出し、青色の蛍光を示すグラフェン量子ドットがレーザにより直接描画可能であることを実験実証した。以上の成果を原著論文および国内外の会議において発表した。</p> <p>In the second year of the three-years plan, we investigated several topics for the objective including adding conductivity to bamboo wood as a material derived from natural resources, enhancing thermal effects to lignin, generation of carbon materials via SiC formation, and fabrication of high-sensitivity sensors. In addition, we expanded our research to the graphene quantum dots formation. As for the conductive bamboo, we experimentally demonstrated that laser pulse irradiation produces porous graphitic carbon that exhibits conductivity, and application of the fabricated structure for super capacitors are also demonstrated. As for the lignin experiments, polylactic acid, which is not easily carbonized by laser irradiation alone. By the use of dimethylpolysiloxane as a precursor, SiC, sp2 and sp3 carbons, as well as carbon nano-onions are formed. In addition, by using the defocusing irradiation method developed in the previous year, we fabricated a ring-shaped device using polydimethylsiloxane as a precursor and attempted heart rate monitoring. The expansion and contraction of blood vessels during a heartbeat were measured by the resistance value of the fabricated sensor, and the application of the developed technology was demonstrated. Furthermore, we focused on the processes of photolysis and thermal degradation, and wondered if it would be possible to control the size dimensions and size of graphitized carbon particles distributed inside the material. We found that graphitic carbon crystals with nanometer dimensions are generated at specific laser parameters, and experimentally demonstrated that blue-fluorescent graphene quantum dots can be directly written by laser scanning. These results were presented in original papers and at conferences.</p>
Notes	申請種類：福澤基金研究補助
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO12003001-20210002-0043

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

研究代表者	所属	理工学部	職名	准教授	補助額	1,500 千円
	氏名	寺川 光洋	氏名（英語）	Mitsuhiro TERAKAWA		

研究課題（日本語）

高繰り返しフェムト秒レーザパルスによる有機材料への導電性付与

研究課題（英訳）

Modification of organic materials to conductive materials by using high repetition rate femtosecond laser pulses

研究組織

氏名 Name	所属・学科・職名 Affiliation, department, and position
寺川光洋 (Mitsuhiro TERAKAWA)	理工学部・電気情報工学科・准教授

1. 研究成果実績の概要

3年計画の2年目となる2021年度は、天然資源由來の材料として竹材への導電性付与、リグニンを用いた選択的熱的効果の増強、SiCを経由した炭素材料の生成と微小高感度センサーの作製を行うとともに、研究成果を展開することでグラフェン量子ドットが直接描画できることを示した。竹材への導電性付与では、レーザパルス照射により導電性を示す多孔質の黒鉛質炭素が生成すること、同構造が電気二重層キャパシタに応用可能であることを実験実証した。リグニンを用いた研究では、単独ではレーザによる炭化が容易ではないポリ乳酸を対象とし、リグニンを光吸収体として含有させることで黒色の導電性構造が作製できることを示した。SiCを経由した炭素材料の生成では、前駆体としてポリジメチルシロキサンを使用し、SiCならびにsp₂炭素とsp₃炭素の生成を確認するとともに、カーボンナノオニオンが生成することを明らかにした。また、前年度に開発を行ったデフォーカス照射方式を利用することで、ポリジメチルシロキサンを前駆体とする指輪型のデバイスを作製し、心拍モニタリングを試みた。心拍に伴う血管の膨張と収縮を作製したセンサーの抵抗値により測定し、開発技術の応用実証を達成した。さらに、研究代表者らは光乖離と熱分解の過程に着目し、導電性を示すような構造だけでなく、材料内部に分布する黒鉛化炭素粒子の寸法を制御できるのではないかと考えた。特定のレーザパラメータではナノメートル寸法の黒鉛質炭素結晶が生成することを見出し、青色の蛍光を示すグラフェン量子ドットがレーザにより直接描画可能であることを実験実証した。以上の成果を原著論文および国内外の会議において発表した。

2. 研究成果実績の概要（英訳）

In the second year of the three-years plan, we investigated several topics for the objective including adding conductivity to bamboo wood as a material derived from natural resources, enhancing thermal effects to lignin, generation of carbon materials via SiC formation, and fabrication of high-sensitivity sensors. In addition, we expanded our research to the graphene quantum dots formation. As for the conductive bamboo, we experimentally demonstrated that laser pulse irradiation produces porous graphitic carbon that exhibits conductivity, and application of the fabricated structure for super capacitors are also demonstrated. As for the lignin experiments, polylactic acid, which is not easily carbonized by laser irradiation alone. By the use of dimethylpolysiloxane as a precursor, SiC, sp₂ and sp₃ carbons, as well as carbon nano-onions are formed. In addition, by using the defocusing irradiation method developed in the previous year, we fabricated a ring-shaped device using polydimethylsiloxane as a precursor and attempted heart rate monitoring. The expansion and contraction of blood vessels during a heartbeat were measured by the resistance value of the fabricated sensor, and the application of the developed technology was demonstrated. Furthermore, we focused on the processes of photolysis and thermal degradation, and wondered if it would be possible to control the size dimensions and size of graphitized carbon particles distributed inside the material. We found that graphitic carbon crystals with nanometer dimensions are generated at specific laser parameters, and experimentally demonstrated that blue-fluorescent graphene quantum dots can be directly written by laser scanning. These results were presented in original papers and at conferences.

3. 本研究課題に関する発表

発表者氏名 (著者・講演者)	発表課題名 (著書名・演題)	発表学術誌名 (著書発行所・講演学会)	学術誌発行年月 (著書発行年月・講演年月)
S. Hayashi, K. Tsunemitsu, M. Terakawa	Laser direct writing of graphene quantum dots inside a transparent polymer	Nano Letters	2021年12月
R. Miyakoshi, F. Morosawa, S. Hayashi, M. Terakawa	Fabrication of supercapacitor using electrically-conductive-porous carbon patterned by laser carbonization of bamboo	SPIE Photonics West On Demand 2022	2022年2月
F. Morosawa, S. Hayashi, R. Miyakoshi, M. Terakawa	Fabrication of supercapacitor by femtosecond laser-induced graphitization of cellulose nanofiber film	SPIE Photonics West On Demand 2022	2022年2月
甲斐 将人、林 秀一郎、寺川 光洋	ポリジメチルシロキサンのフェムト秒レーザー炭化によるカーボンナノオニオンの生成	第69回応用物理学会春季学術講演会	2022年3月