

Title	Porous carbon derived from biomass and polymer for high performance supercapacitors
Author(s)	舒, 羽
Citation	大阪大学, 2017, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/69241
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

Abstract of Thesis

Name (舒 羽 (SHU YU))

Title

Porous carbon derived from biomass and polymer for high performance supercapacitors

(バイオマスとポリマーを由来とする高性能スーパーキャパシター用
多孔質炭素の開発)

Abstract of Thesis

The main topic of this thesis is related to the development and application of porous carbon derived from biomass and polymer. This thesis consists of three chapters and the results obtained through this thesis are summarized as follows.

In Chapter 1, the preparation of hierarchically porous activated carbons (ACs) from apricot shell (AS) and their applications as electrodes for the symmetric supercapacitor (SC) are described. The effect of the activation conditions on the specific surface area and porosity were explored systematically. The electrochemical performances of ACs were fully evaluated on an assembled AC//AC SC system. The results revealed that AS-900-3, AC activated by 900 °C for 3 h under a steam atmosphere, possessed high specific capacitance and long cycling life, which was attributed to the relatively high surface area and proper pore size distribution.

In Chapter 2, the author discusses the fabrication of N-doped porous monolithic carbons (PMC) from polyacrylonitrile (PAN) *via* a facile template-free thermally induced phase separation (TIPS) approach followed by an easy pyrolysis process. The shape of the 3D monolith could be designed, revealing the product carbons have the potential advantages of plentiful porosity and controllable shape. Two typical activation methods were compared to prepare PMC. KOH-activated PMC showed a larger specific surface area and higher N content in comparison with that of being activated in the carbon dioxide atmosphere (CD-PMC). The electrochemical measurements were fully carried out on both three- and two-electrode systems. The results showed that PMC, possessing a large surface area, suitable pore size distribution, and high N content, displayed a high specific capacitance, excellent cycle stability, and long cycle life.

Chapter 3 demonstrates a facile route for the synthesis of N-doped porous monolithic carbon (NDPMC) from apricot shell-based activated carbon (ASAC)/PAN composite. NDPMC was obtained through the combination of template-free TIPS approach and KOH activation process. The composite monolith displayed a 3D porous structure and ASAC was found to be uniformly distributed across the PAN matrix. The 3D composite monolith showed a higher weight residue and larger specific surface area than that of pure PAN monolith. Compared to the data from ASAC (Chapter 1) and PMC (Chapter 2), the composite NDPMC possessed larger surface area and higher nitrogen content, resulting in high specific capacitance, outstanding rate capability, and excellent cycle stability. The results reveal that NDPMC is a highly promising candidate for high performance SC.

In summary, several kinds of porous carbons were successfully prepared from biomass and polymer. These carbons possessed high surface area, suitable pore size, and a certain amount of heteroatoms doping have been applied for high performance SC. Furthermore, the feasible, low-cost synthetic routes for the preparation of porous carbons will be expected to extend to other types of biomass and polymer sources.

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (舒 羽)		
	(職)	氏 名
論文審査担当者	主 査	教授 宇山 浩
	副 査	教授 桑畑 進
	副 査	教授 今中 信人
	副 査	教授 林 高史
	副 査	教授 南方 聖司
	副 査	教授 町田 憲一
	副 査	教授 古澤 孝弘
	副 査	教授 井上 豪
	副 査	教授 櫻井 英博

論文審査の結果の要旨

本論文は、バイオマスとポリマーからの多孔質炭素材料の開発と応用に関する研究成果をまとめたものであり、その内容を要約すると以下のとおりである。

第 1 章では、有効利用の望まれているバイオマス資源をバッテリー材料に応用することを目標として、階層構造を有する多孔質炭素材料（活性炭）をアプリコット殻から作製し、電気二重層キャパシタ性能を評価している。900°Cでの水蒸気賦活により得られた活性炭は優れた電気化学的特性を示し、その原因が高い比表面積と適切な孔サイズ分布によることを明らかにしている。

第 2 章では、窒素ドーブされた多孔質モノリス状炭素材料をポリアクリロニトリルを前駆体とする、鋳型を用いない簡便な熱誘起相分離法とそれに続く焼成プロセスにより合成している。3D 構造のポリマーモノリスの形状を自在に設計できることから、それより得られる炭素材料の多孔質構造や形状を制御できる。モノリスの賦活化は二つの方法で検討され、KOH 賦活により得られた炭素は水蒸気賦活によるものと比して、高い比表面積と窒素含有率を示した。得られた多孔質炭素材料の電気化学的特性は二電極法と三電極法で評価し、高い比表面積と窒素含有率に起因して優れたキャパシタ性能とサイクル安定性を示している。

第 3 章では、第 1 章で作製したアプリコット殻由来の活性炭を用い、第 2 章で検討したポリアクリロニトリルモノリスとの複合化を行い、それを元に窒素ドーブされた多孔質モノリス状炭素材料を作製している。鋳型を用いない熱誘起相分離法を用い、ポリアクリロニトリルモノリスの溶液中で活性炭を分散させた状態で相分離を行っている。得られた複合材料は 3D 多孔質構造を有し、活性炭がポリアクリロニトリルモノリス骨格に均一に分散している。この複合モノリスを焼成・賦活化すると、ポリアクリロニトリルモノリスと比して高い残存率と比表面積を示した。また、高い比表面積と窒素含有率に基づき、第 1 章、第 2 章で作製した多孔質炭素材料より優れたキャパシタ性能とサイクル安定性を示し、活性炭とポリマーモノリスを複合化する意義を明らかにしている。

以上のように、本論文ではバイオマス資源から積層構造を有する多孔質炭素材料を創製し、キャパシタ用電極材料に応用した。また、ポリアクリロニトリルモノリスから窒素ドーブされた多孔質炭素材料を多孔質構造と形状を制御して作製し、優れたキャパシタ性能を明らかにした。さらにこれらの成果を融合した多孔質複合モノリスを開発し、キャパシタ性能を向上させた。このような成果はキャパシタ用途のみならず、様々なバッテリー用の高性能炭素材料の新たな設計指針を示すものであり、環境に優しいエネルギー創出を通して持続的社会の発展に貢献できる。よって、博士論文として価値あるものと認める。