

Title	新機能性炭素材料の焼成法による作製とその電子・光物性に関する研究
Author(s)	武, 弘義
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/44944">https://hdl.handle.net/11094/44944</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

氏名	武 弘 義
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 1 8 7 1 9 号
学位授与年月日	平成 16 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科電子工学専攻
学位論文名	新機能性炭素材料の焼成法による作製とその電子・光物性に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 吉野 勝美 (副査) 教授 尾浦憲治郎 教授 森田 清三 教授 栖原 敏明 教授 八木 哲也 助教授 尾崎 雅則

#### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は様々な分子構造と微細構造からなる有機材料を加熱焼成することによって新しい炭素材料を作製し、その電子・光物性と新機能性を研究して得た成果をまとめたもので、本文 8 章から構成されている。

第 1 章では、従来の炭素材料について概説し、その有用性などを示すとともに本研究の目的と意義を明らかにしている。

第 2 章では、火力発電所燃焼灰フライアッシュは多孔性を有している事を明らかにし、その電子物性と熱処理の効果を明らかに、更には熱処理フライアッシュを用いた電池電極を作製し、その特性を明らかにしている。

第 3 章では、バクテリアセルロースを焼成することによりグラファイトフィルムを作製し、その性質を明らかにすると共に電池電極特性の検討を行っている。

第 4 章では、三次元ナノ周期構造を有する人工オパールを鋳型に用いた多孔性炭素の作製を行い、鋳型の種類により孔径などが任意に制御可能であり、特異なナノ多孔構造を有した炭素材料が作製できる事を明らかにしている。

第 5 章では、ナノ構造多孔性炭素の電子・光物性が孔系、熱処理温度に強く依存することを明らかにし、高温焼成試料は電子の伝導が二次元系の弱局在効果に支配されていることを見出している。

第 6 章では、作製した多孔性炭素材料の電極特性は多孔性を有さない電極とくらべて大幅に向上し、大きな電流密度で安定して動作することを明らかにしている。

第 7 章では、ポリイミドを焼成して得られる高性能なグラファイトフィルムは可逆的な屈曲が可能であることを見出し、電子物性への影響を明らかにしている。

第 8 章では、第 2 章から第 7 章までの研究結果を総括し、本論文の結論としている。

#### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

炭素材料は古くから重要な電気電子材料として用いられてきているが、その性質はその構造に強く依存することから積極的に構造を制御することによって新しい機能材料としての開発が期待されている。本論文は多様な構造と形態

を有する前駆体有機材料を熱処理することによって新機能性炭素材料を開発し、その電子・光物性を明らかにすると共に機能応用の可能性を探究することを目的に研究を行ったものであり、得られた成果を要約すると次の通りである。

(1) 産業廃棄物である火力発電所燃焼灰フライアッシュが多孔性を有していることを見だし、その多孔構造と電子物性に対する熱処理の効果を明らかにしている。更に、フライアッシュを用いた二次電池用電極を作製し可逆的なリチウムイオンのドーピング、脱ドーピングが可能であること、その電気化学特性はフライアッシュを焼成することで改善されることを見出している。

(2) 細菌や酢酸菌の一種が糖を原料としてつくるバクテリアセルロースを焼成して作製したグラファイトフィルムの電子物性とその繊維の太さに対する依存性、延伸効果などを明らかにし、更に、繊維の持つ多孔性に着目し二次電池負極材料としての検討を行っている。特に、金属フタロシアニンの添加が特性の改善に有効であることを見出している。

(3) ナノスケール立体網目構造を有する多孔性炭素材料をシリカ微粒子からなる人工オパールを鋳型として作製している。多孔性は、元のシリカ球の球径に依存し、高温での焼成によって結晶化の進んだナノスケール多孔性炭素材料が作製可能であることを示し、グラファイト構造が孔を取り囲むようにして成長した特異な構造を有していることを見出している。

(4) ナノスケール多孔性炭素材料の電子・光物性は孔径、熱処理温度に依存し、三次元周期構造を反映する反射スペクトルは熱処理温度により大きく短波長にシフトし、構造の収縮によって周期長が変化するためであることを見だしている。また、電気伝導、磁気抵抗とその温度依存性が特異であること、電子の伝導が弱局在効果に支配されていることなどを見だしている。

(5) ナノスケール周期多孔構造炭素を負極として用いてリチウムイオン二次電池を作製し、その特性を調べ多孔性を有さない電極とくらべて大幅に特性が向上すること、特性は焼成温度に依存するが約 700°C 付近で最高性能となることを見だしている。

(6) 高分子フィルム、ポリイミドを焼成して得られる高性能グラファイトフィルムは約 30° 程度の角度では可逆的な屈曲が可能であり、電子物性の変化も殆ど見られないことを見だしている。また屈曲後平坦に戻したフィルムにおいて、依然として磁気抵抗にシュブニコフ・ド・ハース効果による振動が観測されることを見だしている。

以上のように本論文は熱焼成法により種々の新機能性炭素を作製し、その物性とメカニズムを明らかにすると共に機能応用の可能性も見だしており、電子工学に寄与するところ大である。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。