



Title	Development and Optimization of Polyaniline-Based Electrode Materials for Energy Storage Applications
Author(s)	Binti Zaulkiflee, Nur Dina
Citation	大阪大学, 2025, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/101697
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

Abstract of Thesis

Name (Nur Dina Binti Zaulkiflee)	
Title	<p>Development and Optimization of Polyaniline-Based Electrode Materials for Energy Storage Applications</p> <p>(エネルギー貯蔵用途のためのポリアニリン系電極材料の開発と最適化)</p>
<p>Abstract of Thesis</p> <p>This thesis consists of seven chapters mainly about the development of electrode materials with improved electrochemical characteristics. It focused on the electrodeposition of polyaniline (PANI) on various substrates for supercapacitor application to improve its specific capacitance performance in supercapacitor application. Despite the promising electrochemical properties of PANI, challenges remain in achieving high energy density, power density, and long-term stability. Issues such as low conductivity, and inefficient charge storage mechanisms hinder the widespread adoption of PANI-based electrodes in practical energy storage devices. Thus, this research focused on: (a) Addressing the structural issues of PANI that involves utilising a substrate that possesses both high structural stability and porosity, together with a strong capacitive behaviour, (b) Development of novel high-performance electrode materials for supercapacitor to enhance capacitance by using the quicker electrical and ionic transport capabilities of nanoscale systems, and (c) comparative study of the materials for supercapacitor applications.</p> <p>Chapter 1: A general introduction on conducting polymers especially PANI for supercapacitor applications.</p> <p>Chapter 2: A preliminary study was conducted to investigate the best conducting polymers and conditions for electrodeposition as an electrode material for supercapacitor. The polymer was prepared via a one-step electrochemical polymerisation method for supercapacitors (SCs) application. The study explored the impact of various parameters on the electrochemical performance, including the type of conducting polymer, concentration of aniline, the concentration of dopants and the scan rate during polymerisation. By varying these conditions, the research aimed to optimise the synthesis process to enhance the specific capacitance and overall energy storage capacity for supercapacitors.</p> <p>Chapter 3: This study investigates the optimisation of PANI for supercapacitor applications by manipulating polymerisation, oxidation state, and activation conditions. PANI was synthesised and coated onto various substrates using a one-step electrochemical polymerisation method. By adjusting parameters such as substrate type, electrode pretreatment, and electrolyte, the incorporation of active energy storage materials is enhanced.</p> <p>Chapter 4: PANI nanosheets were synthesised using the hyperswollen lyotropic lamellar phase method. The study investigates how varying the concentration of reagents and precursors affected the thickness of the resulting nanosheets. After synthesis, the optimised nanosheets were analysed using a potentiostat to measure their specific capacitance, assessing their suitability and performance for supercapacitor applications.</p> <p>Chapter 5: This study focuses on elucidating the electrochemical performance of PANI nanosheet-modified carbon felt electrodes for supercapacitor applications. The PANI nanosheets were synthesised in the hyper swollen lyotropic lamellar phase and were electrodeposited on the carbon felt electrode. The electrochemical performance of the carbon felt electrodes with PANI nanosheet deposition was thoroughly assessed using cyclic voltammetry measurements.</p> <p>Chapter 6: A comparative study of electrodeposited PANI and PANI nanosheets on the carbon felt electrode was conducted. In this comparative study, the performance of electrodeposited PANI and PANI nanosheets for supercapacitor applications was thoroughly investigated. The research focuses on analysing the physical and structural properties of both PANI. Additionally, electrochemical analysis, including cyclic voltammetry and charge-discharge tests were conducted to assess the energy storage capabilities, specific capacitance, and overall electrochemical performance of the materials. By juxtaposing the 2D and 3D PANI, the study aimed to elucidate the structure that offers superior characteristics for enhancing supercapacitor efficiency.</p> <p>Chapter 7: A summary of the overall thesis</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (Nur Dina Binti Zaulkiflee)		
論文審査担当者	(職)	氏 名
	主査 教授	西山 憲和
	副査 教授	馬越 大
	副査 教授	水垣 共雄
	副査 准教授	内田 幸明

論文審査の結果の要旨

本研究では、スーパーキャパシタ用途における比静電容量性能の向上を目的として、様々な基板上へのポリアニリン (PANI) の電着に焦点を当てた。申請者は化学重合法を用いてPANIを合成した。アニリン濃度、ドーパント濃度、重合中のスキャンレート、使用する電解液の種類など、さまざまなパラメータがPANIの電気化学的性能に及ぼす影響を探った。これらの条件を変化させることで、合成プロセスを最適化し、PANIベースのスーパーキャパシタの比静電容量と全体的なエネルギー貯蔵容量が向上することを示した。本研究では、重合、酸化状態、活性化条件を操作することにより、スーパーキャパシタ用途のためのPANIの最適化を行っている。基板の種類、電極の前処理、電解液などのパラメータを調整することで、活性エネルギー貯蔵材料の組み込みが向上することを示した。

次に、超膨潤リオトロピックラメラ相法を用いてPANIナノシートを合成した。この研究では、試薬と前駆体の濃度を変えることで、得られるナノシートの厚さにどのような影響があるかを調べた。比静電容量を測定することで、スーパーキャパシタ用途への適合性と性能を評価した。PANIナノシートを電着したカーボンフェルト電極の電気化学的性能を、サイクリックボルタノメトリー測定により評価した。スキャンレートまたは印加電流密度に対して容量電流をプロットすることにより、電極の容量寄与を測定した。カーボンフェルト電極上に電着したPANIとPANIナノシートの比較研究により、PANIナノシート電極では、電極表面へのイオンの拡散が速いために、容量パーセントはスキャンレートの増加とともに増加することがわかった。

以上のように、学位申請者は、PANIナノシート修飾CF電極を作製し、作製した電極が高速充放電能力と高い安定性を示すことを見出しており、これらの結果は、今後の高効率エネルギー貯蔵デバイスの開発につながるものであると考え、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。