



| | |
|--------------|---|
| Title | Studies on the Role of Surfactant Self-Assembly Templates in Pyrrole Polymerization and the Properties of Polypyrrole Particles |
| Author(s) | Samwang, Thaneeya |
| Citation | 大阪大学, 2024, 博士論文 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://doi.org/10.18910/101458 |
| rights | |
| Note | |

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

Abstract of Thesis

| | |
|---|--|
| Name (Thaneeya SAMWANG) | |
| Title | Studies on the Role of Surfactant Self-Assembly Templates in Pyrrole Polymerization and the Properties of Polypyrrole Particles (ピロール重合およびポリピロール粒子の特性における界面活性剤の自己集合テンプレートの役割に関する研究) |
| Abstract of Thesis | |
| <p>PPy is a conductive polymer with applications in sensors, batteries, and electronics. Its electrical properties are strongly influenced by morphology and preparation methods. Despite advances in electrical and chemical polymerization, optimizing PPy's morphology and particle organization remains challenging. This work studied the impact of surfactant self-assembly templates on the polymerization of PPy, highlighting their role in shaping its structure and electrical properties. The scope was investigating the band gap, electrical conductivity, and the formation of bipolarons and polarons structures in PPy.</p> <p>In Chapter 2, the study investigated the impact of SDS on PPy polymerization and its properties. SDS acted as a template, influencing PPy's morphology, electrical, and chemical characteristics. PPy polymerized in SDS formed sheet-like structures, while in its absence, only sphere-like forms appeared. The Raman spectra revealed that SDS altered the ratio of bipolarons to polarons, enhancing conductivity. While an increase in APS/Py ratio led to similar improvements in morphology and conductivity. The findings emphasize the role of SDS, Py, and APS proportions in shaping PPy's properties, offering insights for material design.</p> <p>In Chapter 3, this chapter researched the relationship between the morphology of PPy and its electrical characteristics, with specific emphasis on the architecture of bipolarons and polarons. The study examined the impact of surfactants such as SDS, CTAB, and Tween 80 on the electrical conductivity of PPy. Out of these options, SDS greatly increases conductivity by enhancing the topologies of bipolarons. The study in this chapter proposed that the electrostatic interactions between positively charged PPy and negatively charged SDS facilitate the creation of bipolarons, which was essential for enhancing electrical performance.</p> <p>In Chapter 4, the study showed that varying CTAB-SDS catanionic composition alters particle size, shape, and conductivity of PPy, with a 1:1 ratio leading to disc-like morphologies. Raman and UV-Vis-NIR spectroscopy showed that higher SDS composition enhanced bipolaron formation and conductivity. A packing density study also indicated that surfactant composition affected the catanionic surfactant system's ordered or disordered acyl chain arrangement, further influencing the morphology and electronic properties of PPy. These findings offered insights into designing conductive polymers using the CTAB-SDS system for tailored applications.</p> <p>Chapter 5 presents a comprehensive strategy for preparing PPy particles, focusing on their physical structure and electrical conductivity. It included a survey of PPy film preparation methods and proposes an approach to building PPy films using preformed particles. The chapter also provided a comparative case study, evaluating various methodologies for PPy film construction. The cyclic voltammetry analysis highlighted vital differences in particle behavior, film structure, and resultant electrical performance, offering information for optimizing future conductive material designs.</p> <p>Chapter 6 provides a summary of the findings from this study in the form of General Conclusions. Additionally, it offers suggestions for future work, building on the ideas presented and identifying new avenues for continued research and application of this material.</p> | |

論文審査の結果の要旨及び担当者

| | |
|--------------------------|---|
| 氏　名　(　Thaneeya SAMWANG　) | |
| | (職) |
| | 主　査　　教　授　　馬越　大 |
| 論文審査担当者 | 副　査　　教　授　　西山　憲和 |
| | 副　査　　教　授　　水垣　共雄 |
| | 副　査　　准教授　　Sira Srinives (Department of Chemical Engineering, School of Engineering, Mahidol University) |

論文審査の結果の要旨

導電性高分子は、(バイオ)センサ材料、蓄電池、電子デバイス材料ほか、広範な分野への応用研究が進捗している。従来研究のほとんどは、合成したポリマーを製膜化してマクロ材料として調製されるケースが多いが、近年では、ポリマーが供するミクロ構造と最終的なマクロ材料物性との関連性に焦点を当てた研究も進捗している。しかしながら、階層性の異なる材料物性を考慮した方法論を示した例は少ないのが現状である。本学位論文では、様々な分野で応用されているPolypyrrol(PPy)を対象分子として、(1)自己組織系を活用したPPyナノ粒子の調製、(2)その電気化学的物性の評価、ならびに、(3)PPyナノ粒子から構成される導電性高分子材料の物性について体系的に検討し、ナノ構造とのミクロ・マクロ的な電気化学物性との関係性が示されている。第1章では、PPyを含む各種の導電性高分子の調製方法ならびにその材料物性に関する背景が調査されている。第2章では、アニオン性界面活性剤SDSから構成されるミセルをテンプレートとしてPPy粒子を調製し、各種条件(SDS濃度や架橋剤濃度)を調整することにより、PPyナノ粒子のサイズ・形態を制御する手法について述べられている。そこで、導電性との関係性を検討し、最適な粒子径(ナノスケール粒子)においては導電性を大きく改善することを明らかにした。第3章では、代表的な3種類の界面活性剤ミセルをテンプレートとして選択し(アニオン性界面活性剤：SDS、カチオン性界面活性剤：CTAB、非イオン性界面活性剤：Tween80)、PPy粒子の調製におけるテンプレートの効果について体系的に検討した。界面活性剤の種類・濃度を制御することによって、粒子形態・サイズならびに導電性を制御できることを明らかにし、さらには、ラマン分光分析によりアニオン性界面活性剤SDS系においてはbipolaron構造が形成されやすくなった結果、導電性が改善されていることを示した。第4章では、アニオン性界面活性剤SDS-カチオン性界面活性剤CTABから構成されるCatanionic系に構成される分子集合体のテンプレート効果について検討した。Catanionic系における両界面活性剤のモル分率を制御することにより、PPy粒子のサイズ・形状ならびに導電性を制御可能であり、特に、両界面活性剤が等モル混合されている条件では、溶液中に2分子膜構造が形成された結果、Disk上のPPyナノ粒子が調製できることを初めて示した。第5章では、前章までの知見ならびに関連する既報に基づいて、適切なサイズ・形状・導電性を有するPPyナノ粒子を設計するための一般的な設計指針をスキームとして提案しており、ケーススタディとして、ナノ粒子積み立て型の材料調製の妥当性についても述べられている。今後、ナノ導電性粒子ならびにそれを用いた各種材料の調製のための指針となる手法であると考えられる。以上の理由により、本論文を博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。