

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	バイポーラ電気化学に基づく種々の機能性材料の開発
Title(English)	Straightforward Fabrication of Functional Materials by Means of Bipolar Electrochemistry
著者(和文)	小泉裕貴
Author(English)	Yuki Koizumi
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10830号, 授与年月日:2018年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:稲木 信介,富田 育義,福島 孝典,北村 房男,松下 伸広
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10830号, Conferred date:2018/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	小泉 裕貴	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	稲木 信介	准教授	松下 伸広	准教授
	審査員	富田 育義	教授		
		福島 孝典	教授		
北村 房男		准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Straightforward Fabrication of Functional Materials by Means of Bipolar Electrochemistry (バイポーラ電気化学に基づく種々の機能性材料の開発)」と題し、英語で書かれ、全6章から構成されている。

第1章「General Introduction」では、バイポーラ電気化学の駆動原理を示し、機能性材料創出に向けたこれまでの報告例を体系的に紹介したうえで、本研究の意義と目的について述べている。

第2章「Bifunctional Modification of Conductive Particles by Iterative Bipolar Electrodeposition of Metals」では、駆動電極間における電位勾配の測定およびバイポーラ電解法に基づいた導体微粒子表面の多官能的修飾を行った。短い周期で極の反転する交流電源を用いた交流バイポーラ電解法を提案し、従来法では困難であったバルク中における二官能性微粒子の作製に成功した。金属の電析する面積や電析量が外部印加電圧や電解時間により制御可能であることを実証するとともに、十字型電解セルを用いた交流バイポーラ電解法により、四官能性微粒子の作製にも成功した。

第3章「Electropolymerization on Wireless Electrodes toward Conducting Polymer Microfiber Networks」では、交流電圧印加のもと、3,4-エチレンジオキシチオフェン (EDOT) の電解酸化重合をバイポーラ電極上で行う交流バイポーラ電解重合により、外部電場方向にファイバー状のポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン) (PEDOT) が成長し、複数の導体間を連結するネットワーク構造を形成することを見出した。交流電場の印加と低電解質濃度条件が鍵であることを実証し、重合初期段階のイオン種が外部電場の影響を受けて電気泳動しながらファイバー状の重合体が析出するメカニズムを明らかにした。

第4章「Synthesis of Linear PEDOT Fibers by AC-bipolar Electropolymerization in a Micro-space」では、物理的に制限された微小空間内での EDOT の交流バイポーラ電解重合により、分岐の少ない直線状 PEDOT ファイバーの合成に成功した。直線状 PEDOT ファイバーの成長機構において、反応点である金線先端および PEDOT ファイバー周辺のモノマー濃度が重要な要因であることを明らかにし、選択的かつ精密な金線/PEDOT ファイバーネットワークの形成に成功した。

第5章「Synthesis of PEDOT-Pt Hybrid Fibers and PEDOT-PSS Hybrid Fibers by AC-bipolar Electropolymerization」では、塩化白金酸イオン ($[\text{PtCl}_6]^{2-}$) またはポリスチレンスルホン酸ナトリウム (PSSNa) 存在下、EDOT の交流バイポーラ電解重合を行うことで、PEDOT-Pt ハイブリッドファイバーおよび PEDOT-PSS ハイブリッドファイバーの合成に成功した。電解発生した PEDOT に対し、これらアニオン種がドーパントとしてポリマー骨格中に組み込まれる機構を明らかにした。さらに、白金ナノ粒子または PSS とのハイブリッド化に伴い、従来の PEDOT ファイバーに比べ導電性および機械強度が向上することを見出した。

第6章「Templated Bipolar Electrolysis for Fabrication of Robust Co and Pt Nanorods」では、陽極酸化アルミナメンブレンをテンプレートに用いたバイポーラテンプレート電解法を考案し、高電場・高基質濃度条件下における金属カチオンの電解還元により、強固な金属ナノロッドが得られることを見出した。バイポーラ電気化学を駆動する外部電場のもと、金属カチオンが泳動し、細孔内部への効率的な基質輸送が達成されることで、高強度なナノロッドを得るメカニズムを明らかにした。

本論文は、バイポーラ電気化学を駆動する外部電場そのものに着眼点を置いた新規電解法を提案し、非常に多岐にわたる機能性材料を創出しており、工学上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として十分な価値があるものと認められる。

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。