

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	電界紡糸ナノ繊維の形状特徴を利用した機能材料の開発
Title(English)	
著者(和文)	東啓介
Author(English)	Keisuke Azuma
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10447号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:戸木田 雅利,安藤 慎治,扇澤 敏明,古屋 秀峰,松本 英俊
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10447号, Conferred date:2017/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	有機・高分子物質	専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名： Student's Name	東啓介		指導教員（主）： Academic Advisor(main)	戸木田雅利	
			指導教員（副）： Academic Advisor(sub)	松本英俊	

要旨（和文 2000 字程度）

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は「電界紡糸ナノ繊維の形状特徴を利用した機能材料の開発」と題し、以下の5章で構成されている。

第1章「序論」では、電界紡糸法とそれによって得られる繊維の形状特徴について記述している。電界紡糸法は電気流体現象に基づき、溶液または熔融状態にある高分子に数千~数万ボルトの電位差を与え、直径数十ナノメートル~数十マイクロメートルの繊維を作製する手法である。ここでは、電界紡糸ナノ繊維がその形状的な特徴によって、①繊維長軸方向への高分子鎖の配向秩序の形成、②高い比表面積と微小空隙をもつ不織布構造体の形成、③連続的なランダムネットワーク構造の形成に有用であることを述べたうえで、これらの分子配向秩序形成能および構造形成能を活用した機能材料の設計指針と本論文の構成を述べている。

第2章「電界紡糸法による主鎖型液晶エラストマーナノロッドの調製及びその熱伸縮挙動」では、電界紡糸法による光架橋性液晶ポリエステルナノ繊維の作製法と、架橋したナノ繊維の伸縮挙動について記述している。ビスフェニルジカルボン酸、p-フェニレンジアクリレートおよび1,5-ペンタンジオールを溶融重縮合して得た光架橋性液晶ポリエステルをヘキサフルオロイソプロパノールに溶解させ、電界紡糸によりナノ繊維を作製した。ナノ繊維中で液晶ダイレクター（分子軸）が繊維軸方向に配向していることをX線回折で確認した。ナノ繊維を紫外光照射による架橋処理後、レーザーパターニングで切断した直径600 nm、長さ28 μmのナノロッドが、液晶相-等方相転移で長さ方向（液晶配向方向）に1.4倍可逆に伸縮することを見出した。

第3章「シリカナノファイバー不織布を用いたネマチック液晶の配向制御」では、シリカナノ繊維の作製法と、表面処理シリカナノ繊維不織布の空隙に充填した液晶の一軸配向について記述している。テトラエトキシシラン溶液を電界紡糸後に焼成を行うことによって作製したシリカナノ繊維の表面を、液晶を垂直配向する表面処理剤で処理し、この不織布を2枚の表面未処理ガラス基板で挟みネマチック液晶を注入、不織布に浸透させ、液晶配向を観測した。ガラス基板上で液晶は基板方向に配向するにもかかわらず、不織布に浸透したネマチック液晶がガラス基板に対して垂直に配向していることを見出した。この液晶垂直配向は、繊維表面における垂直配向と厚み方向に小さい繊維間距離による不織布内空隙にある液晶の境界条件によるものと結論づけた。

第4章「電界紡糸ナノ繊維をマスクとしたエッチングによる金属ナノワイヤネットワークの作製」では、電界紡糸ポリスチレン・ナノ繊維をマスクとし、ポリエチレンテレフタレート・フィルム上のアルミニウム（Al）蒸着膜を湿式エッチングする透明導電膜の作製法を提案している。作製された2次元Alナノワイヤネットワークが透明導電膜として実用に耐える高い可視光透過率（91%）とシート抵抗（31 Ω/sq）を示しうることを見出すとともに、シート抵抗が被覆率の2乗に反比例することから、2次元ナノワイヤネットワークが被覆率によらず導電パスを形成していることを明らかにした。

第5章「結論」では、本研究で得られた結果を総括した。

これを要するに、本研究は、電界紡糸ナノ繊維の形状特徴を活用した機能材料を設計、作製し、その機能を評価することで、ナノ繊維を活用した工業材料設計の基礎的指針と知見を与えるものである。

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(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。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	有機・高分子物質	専攻	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 (工学)	Doctor of
学生氏名： Student's Name	東啓介		指導教員 (主)： Academic Advisor(main)	戸木田雅利	
			指導教員 (副)： Academic Advisor(sub)	松本英俊	

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

This paper entitled development of functional materials utilizing shape features of electrospun nanofibers, written in Japanese and composed of 5 chapters.

In Chapter 1 "Research Outline", features and applications of one-dimensional nanomaterials including nanofibers are introduced. Then the electrospinning method, which is a typical fabrication method nanofibers, and representative features of electrospun nanofibers are explained. As the development of novel functional materials utilizing electrospun nanofibers, the purpose and significance of this research are described.

In Chapter 2 "Preparation of main chain liquid crystalline elastomer nanorods by electrospinning and their thermal actuation behavior", a main chain liquid crystalline polymer to which a crosslinking agent is added is synthesized by melt polycondensation and a nanorod of a main chain type liquid crystal elastomer is produced by ultraviolet irradiation and laser patterning.

In Chapter 3 "Orientation Control of Nematic Liquid Crystals Using Silica Nanofiber Nonwoven", a nematic liquid crystal is inserted into a nonwoven of silica nanofiber fabricated by electrospinning and its orientation behavior is evaluated by observation with a polarizing microscope and conoscopic observation.

In Chapter 4 "Seamless 2-D nano-network fabricated by electrospun nanofiber lithography: Design strategy for flexible transparent conductor", a two-dimensional network of seamless nanowires is fabricated by a wet etching method of aluminum metalized film using electrospun nanofibers as a mask template.

Chapter 5 "Conclusion and Future Perspective" summarizes the results of this research. Then, we will clarify further mechanisms for each material, describe issues for performance improvement and practical use.

In summary, this thesis has succeeded in newly developing functional materials utilizing internal space, molecular orientation and network which are the shape feature of electrospun nanofibers.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(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。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).