

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	タンデム超音波乳化法を利用した疎水性モノマーのナノエマルジョン溶液の創製と電界重合への応用
Title(English)	
著者(和文)	中林康治
Author(English)	koji Nakabayashi
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9305号, 授与年月日:2013年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:跡部 真人,大坂 武男,北村 房男,富田 育義,稲木 信介,淵上 壽雄
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9305号, Conferred date:2013/9/25, 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	物質電子化学	専攻	申請学位(専攻分野)： 博士 Academic Degree Requested Doctor of	( 工学 )
学籍番号： Student ID Number			指導教員(主)： Academic Advisor(main)	跡部真人
学生氏名： Student's Name	中林康治		指導教員(副)： Academic Advisor(sub)	

### 要旨(和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters )

本論文は「タンデム超音波乳化法を利用した疎水性モノマーのナノエマルジョン溶液の創製と電解重合への応用」と題し、超音波乳化法を活用したナノエマルジョン溶液の創製技術の確立と、それを利用した材料合成プロセス及びデバイス構築について論じた。

第一章「序論」では超音波乳化の特徴に着目し、超音波乳化の有する様々な利点やそれらを応用した電解合成について紹介した上で、本研究の意義と目的について述べた。

第二章「タンデム超音波乳化法を利用した透明ナノエマルジョン溶液の調製」では、疎水性モノマーと支持電解質を含む水溶液中に周波数の異なる超音波を逐次的に照射するタンデム超音波乳化法の利用により液滴の微細化を図った。その結果、タンデム超音波乳化法を用いる事により、従来の単一の超音波照射では決して達成しえなかった数十 nm オーダーのエマルジョン液滴が分散した極めて透明性の高いナノエマルジョンを得ることに成功した。タンデム超音波乳化法は、化学的な分散剤などに頼らずにエマルジョン液滴の微細化、透明化を行うものであり、分散剤を不要とする材料合成や有機合成をおこなう上で有用な手法になりうることを示した。

第三章「タンデム超音波乳化法を活用する電解重合膜の作製」では、タンデム超音波乳化法により得られた疎水性モノマーのナノエマルジョンを用いて電解重合を実施し、透明導電性高分子膜の作製を試みた。その結果、得られる重合膜はこれを構成する導電性高分子の一次粒子径が極めて小さいためパッキング性が格段に向上し、高い透明性と高い電気導電性を兼備したものであることを明らかにした。

第四章「タンデム超音波乳化法を利用するテンプレート電解重合」では、疎水性モノマーのナノエマルジョンを利用した導電性高分子材料の構造制御型合成を試みた。タンデム超音波乳化法で調製したナノエマルジョンをテンプレート電解重合の反応媒体に用いれば、微細なモノマー液滴のテンプレート細孔内部への充填を介して高密度な導電性高分子ナノシリンドラーができるものと着想し、実験を行った。その結果、ナノエマルジョンを用いた場合、従来法では実現が困難であった「正確なナノ細孔構造の転写」と「強固な導電性高分子ナノシリンドラーの作製」を容易に達成することを実証した。

第五章「タンデム超音波乳化法を利用した固体型色素増感太陽電池の創製」では、第四章にて得られた知見に基づき、色素増感太陽電池に用いられる多孔質  $\text{TiO}_2$  内部への導電性高分子形成を試み、これを正孔輸送層として利用した固体型色素増感太陽電池の作製を実施した。その結果、タンデム超音波乳化法により作製されたナノエマルジョン溶液を用いる事で、多孔質  $\text{TiO}_2$  内に疎水性モノマー液滴が効率的に侵入し、その後これを光電解重合することで色素と導電性高分子との接触界面が密接になり、従来法よりも効率の良い固体型色素増感太陽電池を構築することに成功した。このことから、タンデム超音波乳化法が高性能なデバイス構築においても大変有意義な手法になりうるものと結論付けた。

第六章「総括」では、本研究を纏め上げ、今後の展望について論述した。

以上、本論文では、タンデム超音波乳化法の確立とこの手法により作製されたナノエマルジョン溶液を、材料合成プロセス及びデバイス創製に応用したものについて論述した。

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 2 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 2 copies of 800 Words (English).

(博士課程)  
Doctoral Program

## 論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻:	物質電子化学	専攻
Department of		
学籍番号:		
Student ID Number		
学生氏名:	中林康治	
Student's Name		

申請学位(専攻分野):	博士	(工学)
Academic Degree Requested	Doctor of	
指導教員(主):	跡部真人	
Academic Advisor(main)		
指導教員(副):		
Academic Advisor(sub)		

要旨(英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

This thesis has been demonstrated the practical applications of a tandem acoustic emulsification method to electropolymerization. The proposed novel systems can serve as a powerful tool for the synthesis of conducting polymer materials.

This thesis consists of six chapters. The introduction, advantages, and applications of tandem acoustic emulsification, and outline of this thesis are described in Chapter 1. The research results are described in detail from Chapter 2 to Chapter 5, and summarized as follows.

In Chapter 2, a highly transparent and stable emulsified aqueous solutions were successfully prepared that contain immiscible droplets with diameters of a few tens of nanometers without surfactants using tandem acoustic emulsification. In addition, appropriate sonication time length for each step and stability of the emulsions during the sonication steps were also systematically investigated in the tandem operation.

In Chapter 3, the electropolymerization from the clear and transparent emulsified solutions containing water immiscible nano-droplets enabled the formation of highly conductive transparent polymer films. Furthermore, it was also found that the grains in the conducting transparent film prepared by emulsion polymerization using the tandem acoustically emulsified solution were densely packed. This unique morphological structure provided properties such as high transparency and conductivity.

In Chapter 4, as it has been mentioned above, highly clear and transparent emulsified aqueous solution containing immiscible droplets with diameters of a few tens of nanometers have successfully prepared from tandem acoustic emulsification method. Therefore, it can be expected that these small droplets would enter smoothly into the nano-porous substrate inside and consequently they would be polymerized in the substrate inside to form the solid conducting polymer nano-cylinders without the formation of a hollow structure. As a result, the solid conducting polymer nano-cylinders were successfully prepared from water immiscible droplets with diameters of a few tens of nanometers using tandem acoustic emulsification.

In Chapter 5, polymer electrolyte for solid-state dye-sensitized solar cells was fabricated by using tandem acoustic emulsification method. As a result, the photoenergy conversation efficiency of solid-state dye-sensitized solar cells prepared by tandem acoustic emulsification method gave better efficiency than that using conventional method.

In Chapter 6, the summary and further aspects of this work are described.

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 2 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 2 copies of 800 Words (English).