

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	セルロースナノファイバー添加によるポリエチレンオキシド結晶の配向制御とその構造解析に関する研究
Title(English)	Study on control of poly(ethylene oxide) crystallite orientation by cellulose nanofiber addition and structural analysis
著者(和文)	福谷実希
Author(English)	Miki Fukuya
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10822号, 授与年月日:2018年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:坂田 修身,吉本 護,舟窪 浩,北本 仁孝,松田 晃史
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10822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	福谷 実希		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	坂田 修身	特任教授	審査員	松田 晃史	講師
	審査員	吉本 護	教授			
		舟窪 浩	教授			
北本 仁孝		教授				

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は“Study on control of poly(ethylene oxide) crystallite orientation by cellulose nanofiber addition and structural analysis” (セルロースナノファイバー添加によるポリエチレンオキシド結晶の配向制御とその構造解析に関する研究) と題し、英文で全6章より構成されている。第1章“General introduction”では、本研究の背景として、原料からプロセスまで環境に配慮した製品開発の背景や本研究で着目するセルロースナノファイバー(CNF)の作製方法や特性を紹介し、CNFと樹脂の複合体の構造解析の現状を述べた上で、本研究の目的および意義を明らかにしている。

第2章“Preparation of cellulose nanofiber and poly(ethylene oxide) composited films and experimental background”では、CNFの作製方法と本研究で用いた評価方法である構造解析、熱分析、表面観察、化学状態の評価、気体透過率に関する原理、および適用範囲を記述している。特に本論文では重要な構造解析手法である広角X線回折法(WAXD)の原理、およびその解析法に関し詳述している。

第3章“Change in the crystallite orientation of poly(ethylene oxide)/cellulose nanofiber composite films”では、CNF充填量を変えたCNF/ポリエチレンオキシド(PEO)フィルム結晶配向性を評価している。その結果、CNF10 wt%添加によりPEO分子鎖が膜厚方向と垂直方向に配向結晶化することを見出し、CNF充填量を50 wt%に増加することで、PEO結晶の配向方向が90°変化することを明らかにしている。PEO分子鎖が膜厚方向と垂直に配向する原因として、CNFが膜厚方向へのPEO結晶成長を抑制したことを挙げている。また、CNF充填量の増加に伴いPEO分子鎖の結晶化する空間が減少すること、およびCNFとPEOの水素結合がPEO結晶核の役目を果たすことで、PEO結晶の配向方向が変化するメカニズムに関して考察している。

第4章“Enhanced oxygen barrier property of poly(ethylene oxide) films crystallite-oriented by adding cellulose nanofibers”では、CNFと樹脂結晶の配向による気体透過率の減少報告に着目し、CNF/PEOフィルムをガスバリアフィルムに適用して、CNF充填量は一般的なフィラー充填量である10 wt%までについて調べ、その構造を評価している。CNF充填量10 wt%以下では、PEO分子鎖は膜厚方向と垂直に配向していることをWAXDの結果から述べている。また、PEO結晶の配向度についてPEO(120)面回折を用いて評価し、CNF充填量の増加とともにPEO結晶配向度が高くなることを明らかにしている。CNF/PEOフィルムの酸素バリア性は等圧法(MOCON法)により測定し、CNF5 wt%添加によりPEOフィルムに比較して酸素透過率が1/8に減少することを明らかにしている。CNFの添加およびPEO結晶の配向という2つの効果から、この理由を考察している。

第5章“Controlling of crystallite orientation for poly(ethylene oxide) thin films with cellulose nanofibers”では、高付加価値材料の創製を目指し、CNF/PEOフィルムを薄膜材料に適用し、すれすれ入射X線回折法(GIXD)を用いて構造を解析している。薄膜中でも、CNF1 wt%添加によりPEO結晶の配向度が5%向上することを見出している。また、表面の弾性率および吸着力をAFM(原子間力顕微鏡)により測定し、その結果、CNF添加により表面の高弾性率および高吸着性の両方を併せ持つ薄膜表面の創製に成功している。弾性率の向上は高い弾性率を有するCNFの補強効果によること、および吸着力の向上に関してはPEO結晶化度の低下がそれぞれの理由であると説明している。

第6章“General conclusions”では、本研究で得られた成果を総括し今後の展望について述べている。

以上を要するに本論文は、ポリエチレンオキシド結晶や薄膜材料について、種々のCNF添加量について構造を解析し、結晶配向度と配向方向に関する新しい科学的知見を見出しており、かつガスバリア特性や弾性率と吸着力の両方を高めることにも成功しており、工学上ならびに工業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。