

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Study on magnetic gels based on iron oxide nanoparticles embedded in chemically responsive chitosan hydrogel
著者(和文)	ヴィリヤミン マリア エマ
Author(English)	Maria Emma Castil Villamin
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11310号, 授与年月日:2019年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:北本 仁孝,曾根 正人,西山 伸宏,柘植 丈治,林 智広
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11310号, Conferred date:2019/9/20, 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	Villamin Maria Emma Castil		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	北本 仁孝	教授	審査員	林 智広	准教授
	審査員	曾根 正人	教授			
		西山 伸宏	教授			
柘植 丈治		准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、”Study on magnetic gels based on iron oxide nanoparticles embedded in chemically responsive chitosan hydrogel”と題し、英文で書かれ、5章から構成されている。

Chapter 1 “General introduction”では、磁性ゲルの研究開発状況とその磁気バイオセンシングへの応用に関する課題とともに本研究の目的を述べている。本研究の対象となっている pH 応答性を有するキトサンゲルに酸化鉄磁性ナノ粒子を内包した磁性複合水素ゲル中での磁性ナノ粒子の磁場に対する流体力学的振舞について述べた上で、交流磁場下での振舞、特に磁性ナノ粒子の流動性媒体中での物理的な回転運動に基づく交流磁化センシングの原理を提案している。また、本研究の特徴を磁性ゲルの視点、バイオセンシングラベルの視点から述べている。

Chapter 2 “Methods”では、本研究で用いた実験手法について説明している。試料合成に関しては、酸化鉄磁性ナノ粒子の作製方法とともにキトサンの作製、両者の複合化方法について述べている。また、ナノ粒子やゲルの評価方法を、市販及び独自開発の装置による交流磁化特性測定、動的散乱法による流体力学的体積分布測定に加え、磁性ナノ粒子の結晶構造解析法である X 線回折と粒子の形態評価のための電子顕微鏡観察について、それらを実験する装置の動作原理とともに紹介している。

Chapter 3 “Influence of pH and ionic strength on the AC susceptibility of FeOx NPs in a CH matrix”では、酸化鉄/キトサン複合磁性ゲルのバルク体の作製とその pH とカチオン濃度に応答した磁性の変化について述べている。複合水素ゲルの作製はキトサンのゲル化と其中での酸化鉄ナノ粒子の形成が同時に起こる手法で行ったと述べている。膨潤度は乾燥時と水溶液浸漬後のゲルの質量から評価しており、交流磁化虚数部の周波数特性における 200Hz 付近に現れるピーク周波数との相関を調べている。その結果、両者は pH とカチオン濃度に依存して変化し、ゲルが膨潤することによってピーク周波数が増加することを明らかにしている。この pH に依存した交流磁化特性の変化のメカニズムとして、pH の低下によりキトサン鎖の NH₂ が NH₃⁺ となり、その静電反発によりゲルの内部空間が拡張した結果として膨潤することと、その膨潤の結果として内包された磁性ナノ粒子周辺の実効的な粘度が低下し、Brown 緩和周波数であるピーク周波数が増加したと考察している。

Chapter 4 “Synthesis and AC susceptibility of FeOx-CH magnetic beads”では、酸化鉄/キトサン複合磁性ゲルビーズの作製とその pH に応答した磁性の変化について述べている。その作製はキトサンゾル溶液に酸化鉄ナノ粒子を混合してゲルビーズを得る方法と、キトサンゲルビーズを作製した後に酸化鉄ナノ粒子コロイド液を浸透させる方法で行っている。前者の方法では中性条件で 2 mm 程度、後者の方では 150 μm 程度の直径のゲルビーズを作製している。複合磁性ゲルの交流磁化虚数部における周波数特性ではバルク体と同様に 200 Hz 付近の周波数でピークを示すとともに、10 kHz 付近にピークを示すことを実験で明らかにしている。その交流磁化の振舞から、ゲル内ではゲルの内部空間で自由に回転することのできる流体力学的体積の小さな磁性ナノ粒子、あるいはクラスターと流体力学的体積の大きなクラスター、さらに流体力学的体積は不明であるがゲルを構成するポリマー鎖に拘束を受けて回転の自由度が制限されて実効的な粘度が増加した環境に置かれた磁性粒子の存在を示唆されたと述べている。pH の低下に対する応答として 200 Hz 付近の交流磁化虚数部のピーク周波数が減少することを実験で明らかにしている。この結果から、応答する pH 範囲は 3-4 程度と低いが、pH の変化を磁気的に検出することに成功したと述べている。

Chapter 5 “General conclusion”では、本研究で得られた知見をまとめ、本論文の結論とともに今後の研究の展望を述べている。

以上を要するに本論文では、酸化鉄ナノ粒子と pH やカチオン濃度に応答して膨潤度が変化するキトサンゲルを複合化した磁性複合水素ゲルが、その交流磁化特性に基づく磁気センシングラベルとして応用することが可能であることを実験的に示すとともに、化学的な刺激に応答して磁気物性が変化する新しい磁性材料として有益な知見を提供しており、工学上及び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。