

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Study on magnetic porous hollow spheres with FePt netlike nanoshell
著者(和文)	淵上輝顕
Author(English)	Teruaki Fuchigami
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9302号, 授与年月日:2013年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:北本 仁孝,和田 裕之,小田原 修,吉本 護,彌田 智一,松下 伸広
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9302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)	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	淵上 輝頭	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	北本 仁孝	准教授	審査員	和田 裕之	准教授
	審査員	小田原 修	教授		松下 伸広	准教授
		吉本 護	教授			
		彌田 智一	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Study on magnetic porous hollow spheres with FePt netlike nanoshell (FePt 網目状骨格を持つ磁性多孔質中空粒子に関する研究)」と題して英文で書かれ、5章から構成されている。

Chapter 1「Introduction」では、磁気誘導薬剤送達システム (Magnetically guided drug delivery system; MG-DDS) に用いる薬剤キャリアに関する課題、既報の磁性中空粒子の構造・特性とともに、本研究の目的と提案している MG-DDS に向けたナノサイズの厚さのシェルを持つ磁性多孔質中空粒子の作製手法とその構造制御に必要な因子について述べている。

Chapter 2「FePt-nanoparticle/polymer/silica core-shell particle」では、多孔質中空粒子を得るための前段階として、FePt ナノ粒子を高い密度で均一にシリカ鑄型粒子上に集積させる手法を検討した結果を述べている。5 種類の高分子上に FePt ナノ粒子の集積を行い、高分子の側鎖の構造、静電的特性に関係なく FePt ナノ粒子が高分子上に集積し、特にカチオン性高分子電解質である Poly(diallyldimethylammonium chloride) (PDDA) または Poly(ethyleneimine) (PEI) を修飾したシリカ鑄型粒子上には FePt ナノ粒子が均一かつ高密度に集積することを見出している。これは、負の電荷を持つシリカ粒子表面に正の電荷を持つ高分子電解質が吸着する際に、静電的引力により水平型で吸着したためであると考察している。さらに、FePt ナノ粒子の PDDA 上への集積過程を調査した結果、Pt ナノ粒子が PDDA 上に選択的に成長し、その Pt 粒子を核として成長し、FePt ナノ粒子が形成されていると述べている。

Chapter 3「Porous hollow sphere with FePt nanoshell」では、Chapter 2 で得られた FePt ナノ粒子集積体から、2 種類の多孔質中空粒子を作製し、その磁気特性、構造の制御手法について述べている。FePt ナノ粒子/高分子/シリカコアシェル粒子からアルカリ水溶液を用いてシリカ鑄型粒子を除去することで得られる FePt ナノ粒子/高分子複合カプセルでは、シリカ鑄型粒子に堆積した FePt ナノ粒子の面積占有率が 70% 以上の場合に中空構造が維持されることを示している。一方、FePt ナノ粒子/高分子/シリカコアシェル粒子を超臨界流体中で熱処理することによって、FePt ナノ粒子同士が融着した網目状のシェルを形成し、その構造体からシリカ鑄型粒子を除去することで FePt 網目状シェルからなる多孔質中空粒子を作製している。この網目状シェルの多孔質中空粒子では、シリカ鑄型粒子上に堆積した FePt ナノ粒子の面積占有率が FePt ナノ粒子/高分子複合カプセルより低い 50% 程度でも 10 nm 程度の薄いシェルで、中空構造を維持できることを見出している。また、多孔質構造を得るためには超臨界流体処理前に細孔が存在している必要があり、FePt ナノ粒子の面積占有率が $87 \pm 8\%$ 以下であれば多孔質のシェルを得られることを示している。さらに、超臨界エタノールによる熱処理では条件を最適化することによって、FePt の規則合金化が促進されることを述べている。代表的な条件として、温度 673 K、圧力 10 MPa で 1.5 時間の超臨界エタノール中熱処理を行うことで、シェル厚さ 10.5 ± 3.0 nm、細孔サイズ 18.3 ± 8.3 nm で 9T において 26.2 emu/g の磁化を有する網目状シェルの多孔質中空粒子を得たことを示している。

Chapter 4「Application to magnetically guided drug delivery system」では、Chapter 3 で作製した FePt 網目状シェルからなる多孔質中空粒子に抗がん剤を充填し、細胞への磁気誘導および細胞毒性試験を行った結果を述べている。FePt 多孔質中空粒子をキャリアを用いた磁気誘導により、非磁性キャリアを用いる場合と比較して 10% 以下のより少量の抗がん剤投与量でほぼ同程度のがん細胞を低減させる効果 (約 30% まで低減) が得られることを示している。この結果から、本研究で開発した多孔質中空粒子が抗がん剤の搭載・放出、磁気誘導の機能を有し、MG-DDS に適用が可能であると述べている。

Chapter 5「General conclusion」では、本研究で得られた知見をまとめ、本論文の結論を述べている。

以上を要するに本論文では、磁気誘導薬剤送達システムに応用するためにナノサイズの厚さを有する磁性多孔質シェルからなる中空粒子をキャリアとして提案し、超臨界流体を用いた熱処理がそのための多孔質構造を得る新たな手法であること、その磁気誘導薬剤キャリアとしてのポテンシャルを示すとともに有益な知見を提供しており、工学上およ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。