

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	バイオ医療応用を目指したアップコンバージョン・コアシェル粒子および多孔質中空カプセルの水熱合成と特性評価
Title(English)	Solvothermal synthesis and characterization of upconversion core-shell beads and porous hollow capsules for biomedical applications
著者(和文)	HASSANSyedMujtab
Author(English)	Syed Mujtaba Ul Hassan
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9993号, 授与年月日:2015年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:北本 仁孝,吉本 護,和田 裕之,湯浅 英哉,松下 伸広
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9993号, Conferred date:2015/9/25, 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

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	Syed Mujtaba ul Hassan		
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	松下 伸広	准教授
	審査員	吉本 護	教授			
		和田 裕之	准教授			
		湯浅 英哉	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Solvothelmal synthesis and characterization of upconversion core-shell beads and porous hollow capsules for biomedical applications (バイオ医療応用を目指したアップコンバージョン・コアシェル粒子および多孔質中空カプセルの水熱合成と特性評価)」と題して英文で書かれ、5章から構成されている。

Chapter 1「General introduction」では、バイオ医療応用を目指したアップコンバージョン (UP)・コアシェル粒子および多孔質中空カプセルのこれまでの研究における課題とともに、セラノスティクス用デバイスとして用いる UP ナノ構造体に要求される項目を明らかにしている。その上で、UP コアシェル粒子および多孔質中空カプセル、及びテンプレート法と水熱合成法を基盤にしたその作製方法の設計指針とともに本研究の目的を述べている。

Chapter 2「SiO₂@NaYF₄:Yb/Er beads and NaYF₄:Yb/Er capsule」では、NaYF₄:Yb/Er アップコンバージョン・シェル層の形成において、前駆体からのフッ化処理にあたり、従来の研究で用いられてきたフッ酸に代わり、より安全で取扱いやすいフッ化ナトリウム (NaF) を用いて成功したことを述べている。鋳型となる平均直径 300 nm のシリカ粒子上に希土類原料と尿素を用いた水溶液反応で前駆体層を形成した後、NaF、エチレングリコールの混合溶液を用いた高温条件下でのフッ化処理、大気中での熱処理を経て、SiO₂@NaYF₄:Yb/Er 複合粒子を作製し、さらに鋳型のシリカをエッチング溶解して NaYF₄:Yb/Er 多孔質カプセルを作製している。これらの複合粒子とカプセルの両方が波長 980 nm のレーザー励起により、520 nm、540 nm 付近の緑色、及び 650 nm 付近の赤色の蛍光を示すアップコンバージョン特性を有することを明らかにしている。

Chapter 3「Upconversion capsule synthesis using H₂O based etching」では、前章においてフッ化処理に用いた NaF の水溶液による水熱処理により、フッ化処理による NaYF₄:Yb/Er アップコンバージョン・シェル層の形成と鋳型のシリカ粒子のエッチング溶解を一つの工程で行うことに成功している。この中でシリカのエッチングに関して解析したところ、前駆体層あるいは UP 層が保護層となっている表面保護型 (Surface protected type) エッチングに基づくと推測している。NaF の濃度を変えることにより、UP 単層、UP/シリカ二層シェルを形成することが可能であることとともに、それぞれがバイオ・医療応用にとって重要な特性を有すると述べている。また、アップコンバージョン特性の向上のためには結晶性の向上が必要であることから、フッ化処理の改善を試み、NH₄F による処理の追加、NaF に代えて NaBF₄ を用いるなどにより結晶性を向上させるとともにアップコンバージョン特性の向上に成功したものの、粒子の凝集という課題が出てきたことを示している。さらに、磁気共鳴イメージング (MRI) の造影効果を付与するために、Y を磁性イオンである Gd、Mn で置換したカプセルを創製し、MRI を含むマルチモードイメージングデバイスとしてのポテンシャルを示している。

Chapter 4「Applications to drug delivery system」では、作製した UP カプセルの薬剤送達システム (DDS) への適用性を明らかにしている。前章で作製した UP カプセルに関し、腫瘍細胞を用いた生体適合性、抗がん剤を内包した薬剤カプセルの細胞毒性を評価し、制がん効果を示すのに必要な抗がん剤を送達するのに必要な UP カプセルでも生体毒性を示さないことから、DDS キャリアとしてのポテンシャルを示している。

Chapter 5「General conclusions」では、本研究で得られた知見とともに今後の研究課題と展望をまとめ、本論文の結論を述べている。

以上を要するに本論文では、フッ化物ベースのアップコンバージョン・コアシェル粒子、及び多孔質カプセルをイメージングや DDS など医療用診断・治療を両立するセラノスティック・デバイスに応用することを目指して、水熱合成による合成手法を開拓したもので、そのバイオ医療応用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。