

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Study on Y2O3:Er,Yb Nanopararticles Prepared by Laser Ablation in Liquid
著者(和文)	布川貴史
Author(English)	Takashi Nunokawa
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9494号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:和田 裕之,小田原 修,吉本 護,中村 一隆,原 正彦
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9494号, Conferred date:2014/3/26, 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

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		布川 貴史	
		氏名	職名		氏名	職名	
論文審査 審査員	主査	和田 裕之	准教授	審査員	原 正彦	教授	
	審査員	小田原 修	教授				
		吉本 護	教授				
		中村 一隆	准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Study on $Y_2O_3:Er,Yb$ Nanoparticles Prepared by Laser Ablation in Liquid」(液中レーザーアブレーション法により作製した $Y_2O_3:Er,Yb$ ナノ粒子に関する研究)と題して英語で書かれ、全6章から構成されている。

第1章“General introduction”では、本研究の背景と意義を述べ目的を明らかにしている。すなわち、結晶性が高いアップコンバージョン蛍光体 $Y_2O_3:Er,Yb$ のナノ粒子分散溶液はバイオメディカル分野やエネルギー分野での幅広い応用の観点から重要であるが、これまでに殆ど得られていないことや、本研究で用いた液中レーザーアブレーション法でのナノ粒子生成機構が十分に検討されていないことを挙げ、本研究の目的と意義を具体的に述べている。

第2章“Experimental and characterization”では、本研究で行った材料の合成法、および、評価の原理と方法等について説明している。すなわち、ターゲットであるアップコンバージョン蛍光体 $Y_2O_3:Er,Yb$ をゾルゲル法で作製し、液体中に配置したそのターゲットに集光パルスレーザー光を照射することによってナノ粒子分散溶液を得る手法に関して述べている。また、作製したナノ粒子の評価法として、結晶性評価・相同定(X線回折装置, XRD)、粒径・形状評価(走査型電子顕微鏡, SEM)、微細結晶性評価(透過型電子顕微鏡, TEM)、組成分析(エネルギー分散型 X 線分光法, EDX、誘導結合プラズマ質量分析, ICP-MS)、光学特性評価(蛍光光度分光計, PL)等について述べている。

第3章“Morphology of $Y_2O_3:Er,Yb$ nanoparticles”では、作製したナノ粒子の粒径・形状のレーザーフルーエンスや照射時間等に対する依存性を詳細に調査することにより、一般に液中レーザーアブレーション法では制御が困難とされてきたナノ粒子の粒径・形状に関する本手法での制御特性について述べている。特に、ターゲットの1次粒子に依存した粗大ナノ粒子、及び、レーザー照射によるブルーム中で生成したと考えられる微細ナノ粒子について詳細に述べている。微細ナノ粒子に関しては、粒子状のものとひも状のものが観察され、低フルーエンスでは粒子状のものが、高フルーエンスではひも状のものが多く観察されることを明らかにしている。照射時間依存性については、長くなるほどひも状のものが観察されることを明らかにし、ひも状のものは凝集過程を経て生成したとの解釈を与えている。また、これらよりこれまで明確でなかったアップコンバージョン蛍光体を含むセラミックスナノ粒子の液中レーザーアブレーションによる生成機構を提言している。

第4章“Crystallinity of $Y_2O_3:Er,Yb$ nanoparticles”では、第3章で作製したアップコンバージョンナノ粒子について、蛍光ナノ粒子にとって重要である結晶性とドーパント分散性について述べている。すなわち、粗大ナノ粒子は高結晶性ナノ粒子であり、EDX 分析によりドーパントが均一に分散して濃度消光等を生じないことを明らかにしている。また、微細ナノ粒子は TEM 観察において格子縞が観察されていることから高結晶性であり、EDX 分析よりドーパントが均一に分散していることを明らかにしている。

第5章“Optical properties of $Y_2O_3:Er,Yb$ nanoparticles”では、第3章で作製したアップコンバージョンナノ粒子について、ナノ粒子の応用の観点から重要である光学特性について述べている。すなわち、アップコンバージョンナノ粒子分散溶液にレーザーダイオードの近赤外光(発振波長: 980 nm, 連続発振)を照射したところ、 Er^{3+} の赤色発光(${}^4F_{9/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$: 660 nm)と緑色発光(${}^2H_{11/2}/{}^4S_{3/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$: 540/565 nm)が観察され、同時に、バルク結晶と同様の光子なだれ効果の現象を示す明らかにしている。また、作製したナノ粒子の緑色発光に対する赤色発光の割合がバルク結晶のそれに比べて高くなることを明らかにしている。光学顕微鏡とピンホールを用いた単一ナノ粒子レベルでの分光測定においても、緑色発光に対する赤色発光の割合が高くなることを明らかにしている。これにより、バイオイメージング等の生体利用において、「生体の窓」による赤色光の透過性の高さから、アップコンバージョン蛍光体のナノ粒子化により生体利用の可能性が高まることを明らかにしている。

第6章“General conclusions and perspectives”では、本研究で得られた一連の成果を総括し結論を示すとともに、液中レーザーアブレーション法により作製したアップコンバージョンナノ粒子の今後の展望について述べている。

以上を要するに、本論文では、結晶性の高いアップコンバージョンナノ粒子 $Y_2O_3:Er,Yb$ 分散溶液の作製に成功し、さらにセラミックスナノ粒子の生成機構を解明すると同時に、生体利用等のバイオメディカル分野での応用に重要である光学特性の新たな知見を得ているため、工業上及び工学上多大に貢献するものである。よって本論文は博士(工学)の学位論文として十分に価値があるものと認められる。