

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Study on Fabrication of YVO4:Eu3+ Nanoparticles by Laser Ablation in Liquid
著者(和文)	WangHaohao
Author(English)	Wang Haohao
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10652号, 授与年月日:2017年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:和田 裕之,松田 晃史,吉本 護,中村 一隆,三宮 工,小田原 修
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10652号, Conferred date:2017/9/20, 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

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	HAOHAO WANG	
論文審査 審査員		氏名	職名		
	主査	和田 裕之	准教授	三宮 工	准教授
	審査員	松田 晃史	講師	小田原 修	(特非) プロサッ ブ・代表理事 (本学名誉教授)
		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 Fabrication of $\text{YVO}_4:\text{Eu}^{3+}$ Nanoparticles by Laser Ablation in Liquid」と題して英語で書かれ、全6章から構成されている。

Chapter 1 “General Introduction”では、本論文で対象としている $\text{YVO}_4:\text{Eu}^{3+}$ ナノ粒子はバイオメディカル分野等で蛍光体ナノ粒子としての応用が期待されるとし、液中レーザーアブレーション (LAL) 法による粒子形成の特徴を明確にするるとともに、これまで十分な検討がなされていない LAL 法により得られる $\text{YVO}_4:\text{Eu}^{3+}$ ナノ粒子の形状や結晶性に関する詳細な知見を取得し作製技術を確立することが重要であると述べ、本研究の目的と意義を明らかにしている。

Chapter 2 “Effect of Water Based Solution on $\text{YVO}_4:\text{Eu}^{3+}$ Nanoparticles Formation by Laser Ablation in Liquid”では、水中でのレーザーアブレーションにより $\text{YVO}_4:\text{Eu}^{3+}$ ナノ粒子を作製してその形状と結晶性を詳細に調べて、生成ナノ粒子が楕円体形状かつ多結晶であることを明らかにしている。形状に関しては、 9 J/cm^2 以上の照射レーザー光フルーエンスでは凝集物の溶解を観察し、ナノ粒子をアニールすることにより、蛍光スペクトルの ${}^5\text{D}_0-{}^7\text{F}_1$ と ${}^5\text{D}_0-{}^7\text{F}_2$ に起因するピーク強度比が変化し、結晶性が向上したと述べている。併せて、ナノ粒子の生成速度に関する実験結果からこれを向上させる指針を示している。これらの結果を考慮し、初期に生成したナノ粒子が配向付着 (Oriented attachment) を介して楕円体形状の多結晶ナノ粒子を生成するメカニズムを提案している。また、水に添加物として界面活性剤を加えて作製したナノ粒子の特性も調べて、球状のナノ粒子が生成することを述べている。

Chapter 3 “Effect of Ethanol on $\text{YVO}_4:\text{Eu}^{3+}$ Nanoparticles Formation by Laser Ablation in Liquid”では、エタノール中でのレーザーアブレーションにより $\text{YVO}_4:\text{Eu}^{3+}$ ナノ粒子を作製してその形状と結晶性を詳細に調べて、生成ナノ粒子が球状かつ非晶質であることを明らかにしている。また、エタノールと水の混合比を変えて生成したナノ粒子の蛍光特性も詳細に調べて、エタノールの添加により発光強度が低下したことは結晶性の低下に起因していると述べている。

Chapter 4 “Effect of Sequential Laser Irradiation on $\text{YVO}_4:\text{Eu}^{3+}$ Nanoparticles Formation by Laser Ablation in Liquid”では、Chapter 2 および 3 で用いたターゲットにレーザー光を照射してナノ粒子を生成する実験手法で得られる結果のみの考察では不十分と考え、ナノ粒子生成後に容器中の液体全体に分散した一部の生成ナノ粒子のみに再度レーザー光が照射されるという問題点を改善し、ナノ粒子にレーザー光を照射した際の効果を明確にするため、本章では生成したすべてのナノ粒子に複数回レーザー光を照射してその影響を調べている。複数回のレーザー光照射により 200 nm 以上の長軸を有する楕円体形状ナノ粒子が生成し、そのナノ粒子が単結晶であることを確認し、複数回のレーザー光照射により結晶成長したことを明らかにしている。特に、照射回数を増加させると、結晶長が 40 nm 程度から数百 nm にまで増加することと、結晶成長の方位は $[001]$ となることを述べている。また、カソードルミネッセンスにより $\text{YVO}_4:\text{Eu}^{3+}$ 単一ナノ粒子からの Eu^{3+} に起因した赤色発光が確認されたとしている。これらの結果から、Chapter 2 と同様の配向付着に基づいた楕円体単結晶ナノ粒子の生成機構を提案している。

Chapter 5 “Dynamics of Cavitation Bubble in Nanoparticles Formation Induced by Laser Ablation in Water”では、LAL 法のナノ粒子生成において重要なキャビテーションバブルのダイナミクスに関して詳細に研究して、キャビテーションバブル内の圧力と温度を Rayleigh-Plesset 理論に基づいたシミュレーションにより算出している。この際、キャビテーションバブルの半径は高速度ビデオカメラのシャドウグラフ法により計測し、キャビテーションバブル内の圧力は 10 MPa 以上、温度は 1000 K 以上に達すると述べている。

Chapter 6 “General Conclusions and Perspectives”では、本研究で得られた成果を総括し結論と今後の展望を述べている。

以上を要するに、本論文では、様々な形状と結晶性を有する $\text{YVO}_4:\text{Eu}^{3+}$ ナノ粒子の液中レーザーアブレーションによる作製に成功し、更なる生成機構を解明すると同時に、バイオメディカル分野での応用に重要である光学特性に関連する新たな知見を得て、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。

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。