

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	近赤外光応答性アップコンバージョンナノ粒子 / アナターゼ型TiO ₂ 複合エアロゲルに関する研究
Title(English)	Study on NIR-Responsive Upconversion Nanoparticles/Anatase TiO ₂ Composite Aerogel
著者(和文)	LiFu-Chih
Author(English)	Fu-Chih Li
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10825号, 授与年月日:2018年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:北本 仁孝,吉本 護,舟窪 浩,和田 裕之,松田 晃史
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10825号, Conferred date:2018/3/26, 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

(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	LI FU-CHIH		
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	松田 晃史	講師
	審査員	吉本 護	教授			
		舟窪 浩	教授			
和田 裕之		准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、”Study on NIR-Responsive Upconversion Nanoparticles/Anatase TiO₂ Composite Aerogel (近赤外光応答性アップコンバージョンナノ粒子/アナターゼ型 TiO₂ 複合エアロゲルに関する研究)”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、環境浄化のための TiO₂ 光触媒の研究開発状況とその課題を述べている。その課題を解決するための本研究の対象となっている TiO₂ エアロゲルとアップコンバージョンナノ粒子における先行研究の状況、その複合化のメリットとともに本研究の目的を述べている。

Chapter 2 “Synthesis of Anatase TiO₂ Aerogel”では、環境にやさしく、簡便な化学プロセスを用いて、高い比表面積を有するアナターゼ型 TiO₂ エアロゲルを合成するための最適条件について述べている。その作製工程の特徴はエタノールの超臨界条件でのエアロゲルの乾燥工程であり、乾燥後に熱処理をすることなくアナターゼ型 TiO₂ エアロゲルを得ることに成功したと述べている。また、合成反応において、ゾルゲル温度を変えることにより重合速度を制御し、低温での反応で、加水分解速度を低下させて、重合の進行とバランスさせてネットワーク構造を安定化し、乾燥工程で破壊されずに高い比表面積を有するアナターゼ型 TiO₂ エアロゲルが得られることを示している。

Chapter 3 “Synthesis of UCNPs/Anatase TiO₂ Composite Aerogel”では、近赤外光応答型 NaYF₄:Yb,Ho, NaYF₄:Yb,Tm アップコンバージョンナノ粒子を TiO₂ エアロゲルと複合化させるための検討結果を述べている。Chapter 2 で明らかにしたゾルゲル温度の制御とともに複合化するアップコンバージョンナノ粒子の分散制御が課題となることを示している。これらを制御し作製した、アップコンバージョンナノ粒子が分散した複合エアロゲルにおいて、アナターゼ型 TiO₂ の結晶子径など結晶学的特性、ポーラス構造などの形態学的特性は TiO₂ 単独のエアロゲルとほぼ変わらない特性を有していると述べている。また、アップコンバージョンナノ粒子の添加量を増加させると、ポア径が増加することも述べている。

Chapter 4 “Photocatalytic Activity of TiO₂ Aerogel and NaYF₄:Yb,Tm/TiO₂ Composite Aerogel”では、TiO₂ エアロゲル、及びアップコンバージョンナノ粒子/TiO₂ 複合エアロゲルの光触媒特性を、メチレンブルーを紫外光や近赤外光の照射下で分解する実験を通して評価している。その結果から、より高い比表面積を有する TiO₂ エアロゲルがメチレンブルーの高い光分解能を有していることを示している。Chapter 3 でも述べているように、アップコンバージョンナノ粒子を複合化した後も結晶学的、形態学的な特性は変化がないことが示されたが、紫外光照射下での光触媒特性においても、TiO₂ エアロゲルに関して複合化前後で変化が見られないと述べている。NaYF₄:Yb,Tm アップコンバージョン粒子とその複合エアロゲルのフォトルミネッセンス特性を比較すると、NaYF₄:Yb,Tm アップコンバージョンナノ粒子では近赤外光を紫外光に変換する特性が示されたのに対し、複合エアロゲルにおいてはアップコンバージョンナノ粒子により変換された紫外光が TiO₂ エアロゲルによって吸収されていることを示唆する結果を得たと述べている。さらに、複合エアロゲルによる近赤外光を用いたメチレンブルーの光分解特性については、TiO₂ エアロゲル単体よりも高い分解能を示しており、近赤外光が紫外光に変換されメチレンブルーの光分解に寄与していると述べている。

Chapter 5 “General Conclusions”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、TiO₂ エアロゲルによる環境汚染物質の光分解において、光の利用効率を向上させるために近赤外光に反応するアップコンバージョンナノ粒子を複合化したエアロゲルについて検討を行い、より高い比表面積を有するアナターゼ型 TiO₂ エアロゲルの合成条件を最適化し、さらにアップコンバージョンナノ粒子との複合化により近赤外光も活用できることを実験的に示すとともに、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、東工大リサーチリポジトリ(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。