

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Materials Design and Fabrication of Metal-Embedded Core-Shell and Yolk-Shell Nanocrystals and Characterization of the Charge Transfer Mechanism and Photocatalytic Activity
著者(和文)	WUJhen-yang
Author(English)	Jhenyang Wu
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12725号, 授与年月日:2024年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:CHANG TSO-FU,曾根 正人,細田 秀樹,小林 郁夫,林 智広,HSU YUNG JUNG
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12725号, Conferred date:2024/3/26, 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		WU, Jhen-Yang	
論文審査 審査員		氏 名		職 名		氏 名	職 名
	主査	Chang, Tso-Fu Mark		准教授	審査員	林 智広	准教授
	審査員	曾根 正人		教授		Hsu, Yung-Jung	WRH 特任教授
		細田 秀樹		教授			
		小林 郁夫		准教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は、「Materials Design and Fabrication of Metal-Embedded Core-Shell and Yolk-Shell Nanocrystals and Characterization of the Charge Transfer Mechanism and Photocatalytic Activity」と題し、全 4 章で構成されている。 第 1 章 “General introduction” では、光触媒としてのコアシェルおよびヨークシェルナノ結晶の基礎を解説している。この章は、ナノ結晶の合成方法と様々な光触媒活性（染料分解、水素生成、二酸化炭素削減など）に焦点を当て、電荷転送のメカニズムを探究している。本研究の目的を明確にし、Cu₂O と組み合わせられた異なる金属が光触媒性能に与える影響や、廃水処理におけるナノ材料の持続可能性を概説している。技術的背景に加え、研究の動機と目的を詳細に述べており、光触媒分野におけるナノ技術の応用とその環境への影響について深い理解を述べている。 第 2 章 “Material Design and Fabrication of Metal@Cu₂O Core-Shell” では、コアシェルナノ結晶の合成に関する詳細な実験手法が提示されており、特に Au、Ag、Pd コロイドの準備と metal@Cu₂O コアシェルナノ結晶の製造過程が詳しく記述されている。これらのナノ結晶の物理的・化学的特性を理解するために、先進的な分析手法が用いられている。特に、電子顕微鏡、X 線回折、X 線光電子分光法などの技術を用いた詳細な特性評価が行われている。本章の重要な部分は、合成されたナノ結晶の光催化活性に関する実験である。特に、メチレンオレンジ（MO）の光催化分解におけるこれらのナノ結晶の効果が詳細に研究されている。この実験は、光催化材料としてのこれらのナノ結晶の効率と機能性を評価するための重要な指標を提供している。さらに、ナノ結晶の形態、結晶構造、化学状態、電子相互作用、光吸収、電荷転移メカニズムに関する結果が詳細に議論されており、これらの物理化学的特性が光催化活性にどのように影響を与えるかについて議論が提供されている。 第 3 章 “Effects of shell thickness in Au@Cu₂O core-shell nanocrystals for photodegradation” では、コアシェルナノ結晶の応用に関する実験研究を深く掘り下げ、これらのナノ構造が具体的な光催化反応にどのように貢献するかを探究している。異なるシェル厚の Au@Cu₂O コアシェルナノ結晶の合成とその後の応用についての実験手順が紹介されており、特に、これらのナノ結晶をポリエチレンテレフタレート（PET）上に固定化する方法が詳述されている。この方法は、光催化反応の効率を高めるために重要であり、ナノ結晶の応用範囲を広げるための新しい道を開いている。本章では、メチレンオレンジ（MO）やメチレンブルー（MB）といった染料の光催化分解実

験が行われ、これらのナノ結晶がどのように光催化反応を促進するかが評価されている。さらに、模擬繊維廃水の光催化処理におけるナノ結晶の効果も検討され、環境浄化におけるその可能性が示されている。光催化分解プロセスのメカニズムを理解するために、スカベンジャー実験や光電化学測定が行われており、これらの結果はナノ結晶の光催化特性を深く理解するのに役立っている。

第4章“Material Design and Fabrication of series of yolk-shell Nanostructures”では、ヨークシェルナノ結晶のさらなる応用と特性評価に焦点を当てている。特に $\text{Au@Cu}_2\text{O}$ コアシェルの合成に加えて、 $\text{Au@Cu}_7\text{S}_4$ 、 Au@CdS 、 Au@ZnS 、 $\text{Au@Ni}_3\text{S}_4$ といった様々なヨークシェルナノ結晶の製造方法とその特性について詳細に検討されている。これらのナノ結晶は、それぞれ独特の形態、結晶構造、化学状態を持ち、光催化反応において異なる役割を果たすことが期待されている。本章の重要な側面は、これらのナノ結晶の形態と結晶構造に関する詳細な分析である。電子顕微鏡やX線回折などの手法を用いて、ナノ結晶の形状、サイズ、結晶性が評価されている。これらの特性は、ナノ結晶の光吸収特性や電荷転移メカニズムに直接影響を与え、結果として光催化活性に大きな影響を与えることが示唆されている。さらに、化学状態と電子相互作用に関する深い洞察も提供されている。X線光電子分光法を用いた分析により、ナノ結晶内の異なる元素間の化学的結合や電子状態が明らかにされ、これらが光催化反応のメカニズムにどのように影響を及ぼすかについての理解が深められている。ヨークシェルナノ結晶がどのように光を吸収し、生成された電子と正孔がどのように効率的に分離されるかが、詳細に調査されている。これは、高い光催化効率を実現するための鍵となる要素であり、ナノ結晶の設計と合成において重要な考慮事項である。

第5章“General Conclusion”各章において得られた結果をまとめ、本論文の結論を述べている。

以上を要するに、本論文ではコアシェルとヨークシェルナノ結晶構造が光催化プロセスにおいて示した高い効率と特異性に関する重要な発見が強調されている。特に、コアシェルとヨークシェルナノ結晶構造が様々な光催化反応、特に有害な染料の分解や水素生成、二酸化炭素の還元などの環境修復とエネルギー生産に関連する応用に貢献できることを示しており、工学上・工業上貢献するところが多い。よって本論文は博士（工学）の学位論文として十分な価値があると認められる。

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。