

研究 成 果 報 告 書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		光触媒や光学応用のための炭素被覆酸化亜鉛ナノロッドの合成			
研究テーマ (欧文) AZ		Production of carbon coated ZnO nanorods for photocatalyst and optical applications			
研究氏 代 表 名 者	カナ CC	姓) オムルザク	名) エミル	研究期間 B	2012 ~ 2013 年
	漢字 CB			報告年度 YR	2014 年
	ローマ字 CZ	OMURZAK	EMIL	研究機関名	熊本大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		大学院先導機構・特任助教			
<p>概要 EA (600 字～800 字程度にまとめてください。)</p> <p>本課題の目的である、厚さやサイズ、物質表面の機能化等を制御可能とした、炭素被覆（カーボンコーティング）をもつ酸化亜鉛の合成に関しては、当初の計画通り達成された。本研究では、液中パルスプラズマ法を用いて、形態的な特性（球状の直径や粒子の長さ）制御をナノロッド合成と同時に行うことに成功した。本研究では CTAB (cetyl trimethylammonium bromide)、SDS (sodium dodecyl sulfate)、OGM (octaethylene glycol monododecyl ether)、SB (sulfobetaine 3-14) の 4 種類の界面活性剤について、電極を変えて試行した。合成したナノロッドの平均長および直径は、CTAB と OGM を用いた場合よりも、SDS を用いた方が 2 倍以上の長さとなった。また、高解像度透過型電子顕微鏡による観察によって、合成した酸化亜鉛表面に炭素被膜を確認したが、酸化亜鉛ナノロッドの表面に合成された炭素被膜層の厚さは、SDS を用いた際には 2nm であった一方、CTAB を用いた際には 5nm であり、被膜となる炭素原子は界面活性剤の炭素鎖中の原子に由来していると考えられた。また、硝酸処理をコントロールすることにより、-COOH 基や-NH₂ 基、=C-CH₂ 基、-C≡N 基、-CHO 基などの官能基を修飾することにも成功した。</p> <p>一方、可視分光法による解析を行ったところ、今回合成した酸化亜鉛ナノロッドの吸収のピークは、市販の酸化亜鉛と比べて約 0.19 eV ブルーシフトした 350nm にピークがあることがわかった。また、室温において 381nm と 535nm の 2 つの蛍光スペクトルのピークをもっていた。一方、光触媒に用いるための特性として、可視光下において酸化亜鉛ナノロッドを用いた場合には、メチレンブルーの光触媒性の分解反応にかかるスピードが市販の光触媒材料である TiO₂ よりも 2 倍近く速いことが明らかとなり、今回合成した酸化亜鉛ナノロッドが、優れた特性をもっていることが示された。</p> <p>他に、酸化亜鉛に炭素被膜を施すことで熱安定性や生体適合性が高まることがわかっている。これによって適用範囲を高温環境へ、また応用範囲を生体医学の分野へ拡大できることが期待できる。</p>					
キーワード FA	ZnO ナノロッド	パルスプラズマ	ナノロッド合成制御		

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 _{GB}	Effect of surfactant materials on formation of ZnO nanorods under in-liquid pulsed plasma conditions							
	著者名 _{GA}	E. OMURZAK	雑誌名 _{GC}	Izvestia VUZov					
	ページ _{GF}	19~24	発行年 _{GE}	2	0	1	4	巻号 _{GD}	5
雑誌	論文標題 _{GB}								
	著者名 _{GA}		雑誌名 _{GC}						
	ページ _{GF}	~	発行年 _{GE}					巻号 _{GD}	
雑誌	論文標題 _{GB}								
	著者名 _{GA}		雑誌名 _{GC}						
	ページ _{GF}	~	発行年 _{GE}					巻号 _{GD}	
図書	著者名 _{HA}								
	書名 _{HC}								
	出版者 _{HB}		発行年 _{HD}					総ページ _{HE}	
図書	著者名 _{HA}								
	書名 _{HC}								
	出版者 _{HB}		発行年 _{HD}					総ページ _{HE}	

欧文概要 EZ

The aim of the project, which was to produce carbon coated ZnO with controllable properties (thickness, size and surface functionalization), was successfully achieved. Under this study, it was found that by using different surfactant materials with different polarity, we could simultaneously control morphologies (diameter and length) of being synthesized ZnO nanorods while being produced. For this study, 4 kinds of surfactants with different polarity were used: cetyl trimethylammonium bromide (CTAB), sodium dodecyl sulfate (SDS), octaethylene glycol monododecyl ether (OGM), sulfobetaine 3-14 (SB). Average length of the nanorods for CTAB and OGM were similar and equal to about 120 nm, while that of SDS was more than double of this value (246 nm). Similarly, the diameter of the nanorods produced using CTAB and OGM were 28 and 26 nm, respectively, while SDS-ZnO sample was the double of this diameter and equaled to 55 nm. We considered that charged Zn ions will strongly interaction with the charged heads of surfactant materials, consequently, yielding purer ZnO sample. Because, strong interaction between CTAB/SDS and the Zn ions suppresses aggregation of zinc atoms into bigger particles. On the contrary, non-polar and zwitter-ionic surfactants lack strong interaction with Zn ions and could not suppress the aggregation of Zn ions into bigger particles; as a result it yielded a mixture of ZnO and Zn.

High-resolution Transmission Electron Microscope observations revealed that the surfaces of the produced ZnO nanorods were coated with carbon. Carbon is derived from the surfactant tale that consists of carbon chains. The thickness of the carbon layer on the surface of ZnO nanorod formed using SDS was about 2 nm, while in case of CTAB was about 5 nm.

Functional groups such as $-\text{COOH}$ (825 cm^{-1}), $-\text{NH}_2$ ($1382, 1629\text{ cm}^{-1}$), $=\text{C}-\text{CH}_2$ (1762 cm^{-1}), $-\text{C}\equiv\text{N}$ (2393 cm^{-1}), $-\text{CHO}$ (2846 cm^{-1}) and $-\text{CH}$ group (2912 cm^{-1}) were successfully affixed to carbon coating of ZnO nanorods by treatment with HNO_3 nitric acid.

Visible absorption spectroscopy analysis of the synthesized ZnO nanorods showed a blue shift (about 0.19 eV) of absorption peak (350 nm) comparing to that of the commercial sample. Photoluminescence spectrum of the sample at the room temperature showed two peaks at 381 nm and 535 nm. Photocatalytic property of the synthesized ZnO nanoparticles was higher than that of the commercial photocatalyst TiO_2 under the visible light. Within 1-hour irradiation with visible light, photocatalytic decomposition of the methylene blue by ZnO nanorods was twice faster than the commercial photocatalyst.

Coating of ZnO nanorods with carbon is expected to increase its thermal stability, which in turn widens the application possibility to even high-temperature environment. Also, coating ZnO with carbon makes it biocompatible and can extend its application for interesting bio-medical applications.