ผลของลักษณะของฟิล์มบางไทเทเนียมไดออกไซด์ที่มีผลต่อปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลติกรีดักชันของเฮกซะวาเลนซ์โครเมียมโดยใช้ถังปฏิกรณ์แบบแผ่นตรึง

นางสาว อภิญญา ทิศาวิภาคสกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-53-2876-6

EFFECT OF THIN FILM TITANIUM DIOXIDE CHARACTERISTICS ON PHOTOCATALYTIC REDUCTION OF CHROMIUM (VI) USING FIXED BED PHOTOREACTOR

Miss Apinya Tisavipaksakul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Environmental Management

(Inter-Department)

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2005

ISBN 974-53-2876-6

Thesis Title	EFFECT OF THIN FILM TITANIUM DIOXIDE CHARACTERISTICS ON PHOTOCATALYTIC REDUCTION OF CHROMIUM (VI) USING FIXED BED PHOTOREACTOR
By	Miss Apinya Tisavipaksakul
Field of study	Environmental Management
Thesis Advisor	Assistant Professor Puangrat Kajitvichyanukul, Ph.D.

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree

.....Dean of the Graduate School

(Assistant Professor M.R. Kalaya Tingsabadh, Ph. D.)

THESIS COMMITTEE

.....Chairman

(Chantra Tongcumpou, Ph. D.)

.....Thesis Advisor

(Assistant Professor Puangrat Kajitvichyanukul, Ph.D.)

.....Member

(Assistant Professor Jarurat Voranisarakul)

.....Member

(Assistant Professor Chavalit Ratanatamskul, Ph.D.)

.....Member

(Punjaporn Weschayanwiwat, Ph.D.)

อภิญญา ทิศาวิภาคสกุล : ผลของลักษณะฟิล์มบางไทเทเนียมไดออกไซด์ที่มีผลต่อปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลติกรีดักชันของเฮกซะวาเลนซ์โครเมียมโดยใช้ถังปฏิกรณ์แบบแผ่นตรึง.
(EFFECT OF THIN FILM TITANIUM DIOXIDE CHARACTERISTICS ON PHOTOCATALYTIC REDUCTION OF CHROMIUM (VI) USING FIXED BED PHOTOREACTOR) อ. ที่ปรึกษา: ผศ. ดร. พวงรัตน์ ขจิตวิชยานุกูล, 110 หน้า. ISBN 974-53-2876-6.

งานวิจัยฉบับนี้ได้ศึกษาผลของลักษณะฟิล์มบางไทเทเนียมไดออกไซด์ที่ใช้ในการกำจัดเฮกซะวาเลนซ์โครเมียมในปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลติกรีดักชันโดยใช้ถังปฏิกรณ์แบบแผ่นตรึงซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดของฟิล์มบางไทเทเนียมไดออกไซด์ซึ่งเตรียมด้วยวิธีโซล-เจลสำหรับใช้ในถังปฏิกรณ์แบบแผ่นตรึง ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติของฟิล์มบางไทเทเนียมไดออกไซด์ คือ การเติมอะซีติลอะซีโตนเพื่อช่วยในการปรับสภาพผิวของฟิล์มบาง อุณหภูมิที่ใช้ในการเตรียมแผ่นฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์ จำนวนรอบของการจุ่มเคลือบแผ่นฟิล์ม และความยาวคลื่นที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยา อัตราส่วนที่ใช้ในการเตรียมสารละลายไทเทเนียมไดออกไซด์ คือ ไทเทเนียมไดออกไซด์: เอธานอล: กรดไฮโดรคลอริก: อะซีติล อะซีโตน เท่ากับ 1 : 30 : 0.5 : 1 ตามลำดับ จากการวิจัยพบว่าอะซีติลอะซีโตนเป็นสารที่ช่วยป้องกันการเกิดรอยแตกบนผิวของฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์ และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลติกรีดักชัน สภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการเตรียมแผ่นฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์บนสเตนเลส คือ เผาที่อุณหภูมิ 500°C และจุ่มเคลือบฟิล์ม 3 รอบ ซึ่งเป็นสภาวะที่ให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียม (+6) ดีที่สุด เพราะที่สภาวะนี้จะให้ผลึกอนาเทสมากที่สุดและมีขนาดของผลึกเล็กที่สุด ทั้งนี้การรวมตัวของอิเลกตรอนและโฮล จะเกิดขึ้นเมื่อมีการจุ่มเคลือบ 4 รอบขึ้นไป ซึ่งจะทำให้ฟิล์มมีความหนาแน่นมากกว่า 91 นาโนเมตร ความยาวคลื่นที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยา คือ ที่ความยาวคลื่น 380 นาโนเมตร เนื่องจากเป็นความยาวคลื่นที่ให้พลังงานที่เหมาะสมสำหรับฟิล์มบางไทเทเนียมไดออกไซด์ ในการศึกษาพบว่าปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลติกรีดักชันของโครเมียม (+6) ของทุกการทดลองเป็นไปตามกฎ zero-order reaction และยังมีการศึกษาค่า kinetic coefficient (k) ด้วย

สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต Apinya Tisaviprakasakul
ปีการศึกษา2548 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา Pepuangrat

4789497820 : MAJOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT
KEY WORD: THIN FILM TITANIUM DIOXIDE / SOL-GEL PROCESS / PHOTOCATALYTIC REDUCTION / FIXED BED PHOTOREACTOR / CHROMIUM (VI)

APINYA TISAVIPAKSAKUL : EFFECT OF THIN FILM TITANIUM DIOXIDE CHARACTERISTICS ON PHOTOCATALYTIC REDUCTION OF CHROMIUM (VI) USING FIXED BED PHOTOREACTOR. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. DR. PUANGRAT KAJITVICHYANUKUL, PH.D., 110 pp. ISBN 974-53-2876-6.

This research focused on the effect of thin film TiO_2 characteristics on chromium (VI) removal in the photocatalytic reduction using a fixed bed photoreactor. The goal of this work was to verify the optimum synthesis condition of nanocrystalline TiO_2 thin layers derived from the sol-gel process to be used in the fixed bed photoreactor. The factors influencing the thin layers properties were the addition of acetyl acetone used as an additive, the calcination temperatures, the number of coating cycles and the appropriate wavelengths. The mole ratio of TiO_2 was titanium (IV) butoxide: ethanol: HCl: acetyl acetone at 1: 30: 0.5: 1, respectively. From this work, It was found that acetyl acetone prevented the cracking of the surface morphology as shown in the SEM micrographs and gave the high efficiency of photocatalytic reduction. The optimum condition to produce the immobilized TiO_2 on stainless steel was found at 500 °C calcination temperature and the 3-coating cycles which gave the highest photocatalytic activities due to the highest amount of the anatase phase and smallest size of nanocrystalline TiO_2. Moreover, the recombination of electrons and holes was found at 4-coating cycles in which the thickness higher than 91 nm. The appropriate wavelength was found at 380 nm provided the optimum energy to the thin film TiO_2. Photocatalytic reduction of Cr (VI) in all experiments followed zero order pattern and the kinetic coefficients in all cases were also reported in this work.

Department Graduate School Student's signature Apinya Tisavipaksakul
Field of study Environmental Management Advisor's signature Puangrat
Academic year 2005

ACKNOWLEDGEMENTS

I am glad to express my gratitude and deep appreciation to my thesis advisor, Asst. Prof. Dr. Puangrat Kajitvichyanukul for her advices, directions, leaderships and helpful suggestions in all countenance for the period of this research.

I am thankful to Dr. Manaskorn Rachakornkij, Dr. Chantra Tongcumpou, Dr. Punjaporn Weschayanwiwat, Asst. Prof. Jarurat Voranisarakul and Asst. Prof. Dr. Chavalit Ratanatamskul for promoting as a chair and members of my thesis committee whose judgments and comments have been special helpful.

I am grateful for the financial support from the National Research Center for Environmental and Hazardous Waste Management (NRC-EHWM) Program and the National Metal and Materials Technology Center under grant no. MT-S-46-MET-20-115-G.

This research is dedicated to my parents whose interest in the environment and nature and whose support of all my efforts to learn about this program and relate it to business and management has been inspirational. Moreover, they give me such spirits to endure the impediment, understanding and encouragement throughout this successful research.

Finally, I am cheerful to all staffs and students in the National Research Center for Environmental and Hazardous Waste Management (NRC-EHWM) Program. Special thanks to Mr. Audtapon Piyasasichok who gives me a lot of thoughtfulness. Thank you for providing lab instrument supporting from Department of Environmental Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi.

CONTENTS

Page

Page

Page

Page

LIST OF TABLES

Table **Page**

Page

LIST OF FIGURES

Figure **Page**

Page

NOMENCLATURE

AOPs	=	advanced oxidation processes
Cr (III)	=	trivalent chromium
Cr (VI)	=	hexavalent chromium
FeO	=	ferrous oxide
$OH^{\bullet}$	=	hydroxyl radical
OH^{-}	=	hydroxide ion
TiO_2	=	titanium dioxide
UV	=	ultraviolet