# อนุภาคระดับนาโนเมตรของแพลทินัมสังเคราะห์ด้วยนาโนเทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

นางสาวดวงตา ทองสกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาปิโตรเคมี
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2554

# PLATINUM NANOPARTICLES SYNTHESIZED *VIA* GREEN NANOTECHNOLOGY

Miss Duangta Tongsakul

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Petrochemistry
Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2011

| | |
|---|---|
| Thesis Title | PLATINUM NANOPARTICLES SYNTHESIZED *VIA* GREEN NANOTECHNOLOGY |
| By | Miss Duangta Tongsakul |
| Field of Study | Petrochemistry |
| Thesis Advisor | Associate Professor Sanong Ekgasit, Ph.D. |
| Thesis Co-advisor | Associate Professor Chuchaat Thammacharoen |

---

Accepted by the Faculty of Science, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Doctoral Degree

S. Hannongbua
..... Dean of the Faculty of Science
(Professor Supot Hannongbua, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

..... Chairman
(Associate Professor Supawan Tantayanon, Ph.D.)

..... Thesis Advisor
(Associate Professor Sanong Ekgasit, Ph.D.)

C. Thammacharoen.
..... Thesis Co-advisor
(Associate Professor Chuchaat Thammacharoen)

Suwabun Chirachanchai
..... Examiner
(Professor Suwabun Chirachanchai, Ph.D.)

Warinthorn Chavasiri
..... Examiner
(Assistant Professor Warinthorn Chavasiri, Ph.D.)

Vittaya Amornkitbamrung
..... External Examiner
(Associate Professor Vittaya Amornkitbamrung, Ph.D.)

ดวงตา ทองสกุล : อนุภาคระดับนาโนเมตรของแพลทินัมสังเคราะห์ด้วยนาโนเทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม. (PLATINUM NANOPARTICLES SYNTHESIZED *VIA* GREEN NANOTECHNOLOGY) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. สนอง เอกสิทธิ์, อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: รศ. ชูชาติ ธรรมเจริญ), 117 หน้า.

โครงสร้างระดับนาโนเมตรของแพลทินัม เช่น คอลลอยด์อนุภาคระดับนาโนเมตรของแพลทินัม ตัวเร่งปฏิกิริยาแพลทินัมแบบเนื้อผสมและเส้นใยห้าเหลี่ยมกลวงของแพลทินัม ถูกสังเคราะห์ขึ้นมาด้วยวิธีการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สารตั้งต้นที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม คือ แป้งที่ละลายน้ำได้แสดงศักยภาพในการทำหน้าที่เป็นได้ทั้งตัวรีดิวส์และสารช่วยเสถียรในสภาวะด่าง ตัวกลางที่ถูกสร้างขึ้นมาจากการสลายตัวของแป้งสามารถรีดิวส์ไอออนของโลหะแพลทินัม และช่วยรักษาเสถียรภาพของอนุภาคระดับนาโนเมตรของแพลทินัมให้มีขนาดที่สม่ำเสมอ (2-4 นาโนเมตร) วิธีการที่พัฒนาขึ้นได้นำไปใช้ต่อในการเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาแบบเนื้อผสมบนตัวรองรับไฮโดรทัลไซต์ โดยการเร่งปฏิกิริยาถูกประเมินสำหรับการทำปฏิริยาออกซิเดชันของกลีเซอรอลในตัวกลางที่เป็นน้ำปราศจากเบสโดยมีโมเลกุลออกซิเจนเป็นสารออกซิแดนซ์ ตัวเร่งปฏิกิริยาแสดงความเลือกสรรที่สูงไปยังกรดกลีเซอริก ยิ่งไปกว่านั้นตัวเร่งปฏิกิริยาดังกล่าวสามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้อย่างน้อย 3 ครั้ง เส้นลวดห้าเหลี่ยมกลวงของแพลทินัมสร้างได้จากการแทนที่กัลวานิคกับเส้นใยเงิน โดยเส้นใยเงินที่มีความยาวพิเศษโดยมีสัดส่วนความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลางสูงถึง 7500 ถูกสร้างขึ้นมาจากการแทนที่กัลวานิคของไอออนโลหะเงินกับอลูมินัมฟรอยด์ที่มีขายในเชิงพาณิชย์ โครงสร้างเส้นใยเงินที่ได้ถูกนำไปใช้เป็นต้นแบบในการสร้างเส้นใยห้าเหลี่ยมกลวงของแพลทินัม โดยเส้นใยกลวงที่ได้ยังคงรูปร่างเป็นเส้นใยยาวเหมือนต้นแบบ แม้ว่าจะมีการล้างตะกอนของเกลือคลอไรด์ของโลหะเงินออกไปแล้ว โครงสร้างเส้นใยกลวงที่ได้มีความหนาของผนังในระดับนาโนเมตรที่น่าจะมีศักยภาพในการประยุกต์ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

สาขาวิชา.....ปิโตรเคมี..... ลายมือชื่อนิสิต.....ดวงตา ทองสกุล.....

ปีการศึกษา.....2554..... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม.....

## 5073823623 : MAJOR PETROCHEMISTRY
KEYWORDS : GREEN SYNTHESIS / PLATINUM NANOSTRUCTURES / CATALYST

DUANGTA TONGSAKUL: PLATINUM NANOPARTICLES SYNTHESIZED *VIA* GREEN NANOTECHNOLOGY. ADVISOR: ASSOC. PROF. SANONG EKGASIT, Ph.D., CO-ADVISOR: ASSOC. PROF. CHUCHAAT THAMMACHAROEN, 117 pp.

Platinum nanostructures such as colloidal platinum nanoparticles, supported platinum nanoparticles heterogeneous catalyst, and platinum pentagonal hollow fibers were successfully synthesized using "Green" synthesis approach. The green reagent, soluble starch shows the efficiency as a reducing and a stabilizing agent under alkaline treatment. The *in situ* generated reducing species (intermediates of starch degradation) could completely reduce platinum ions and sufficiently stabilize the obtained platinum nanoparticles (Pt NPs) of uniform particle size (2–4 nm). The developed green approach is further used for preparation of hydrotalcite-supported platinum nanoparticles catalyst (Pt NPs/HT). Their catalytic activity is evaluated for selective oxidation of glycerol in a base-free aqueous solution using molecular oxygen as an oxidant. They show a high selectivity towards glyceric acid. In addition, the catalyst could be recycled at least for three times. Platinum pentagonal hollow wire could be obtained by the galvanic displacement with silver microfibers. Prior, the extra-long silver microfibers with aspect ratio as high as 7500 were synthesized galvanically from silver nitrate and a commercial aluminum foil. The enveloped of the silver fibers sacrificed template creates unique platinum pentagonal hollow fibers. The hallow fibers still retain the long fiber structure of the original template even after the removal of silver chloride precipitates. These hollow fibers with nanometer thick wall might have a great potential for applications as catalyst.

Field of Study : Petrochemistry Student's Signature Duangta Tongsakul
Academic Year : 2011 Advisor's Signature
Co-advisor's Signature C. Thammacharoen

# ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to express her deep and sincere gratitude to her advisor Associate Professor Dr. Sanong Ekgasit and co-advisor Associate Professor Chuchaat Thammacharoen for very kind assistance, generous guidance, and encouragement throughout the course of this research.

The author also wishes to express gratitude to Associate Professor Dr. Supawan Tantayanon, Assistant Professor Dr. Warinthorn Chavasiri, Professor Dr. Suwabun Chirachanchai, and Associate Professor Dr. Vittaya Amornkitbamrung serving as the chairman and members of this thesis committee, respectively, for all their valuable discussion and suggestion.

The author gratefully acknowledges support from the Thailand Research Fund, under The Royal Golden Jubilee Ph.D. Program (TRF-RGJ). The author are thankful for supports from Sensor Research Unit, Department of Chemistry, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Program in Petrochemistry, Faculty of Science, Chulalongkorn University, and National Center of Excellence for Petroleum, Petrochemicals and Advanced Materials (NCE-PPAM), for the support of chemicals and laboratory facility.

The author thanks Professor Dr. Kohki Ebitani and Dr. Shun Nishimura, School of Material Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology, Japan, for providing the knowledge and practical skill on a new methodology study for the preparation of heterogeneous catalyst.

The author would like to express her special gratitude to her parents, family members for their inspiration, understanding, great support and encouragement throughout the entire her course of study. Finally, the author would like to thank all members of Sensor Research Unit and Ebitani laboratory for their assistance in her experiments and their kind suggestion.

# CONTENTS

CHAPTER Page

CHAPTER Page

CHAPTER Page

# LIST OF FIGURES

**Figure** **Page**

**Figure** **Page**

# LIST OF SCHEMES

# LIST OF TABLES