

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฅ
รายการอักษรย่อ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 อนุภาคนาโนโลหะผสม	2
1.2 วิธีการเตรียม	10
1.3 สมบัติทางแสง	16
1.4 สมบัติการเร่งปฏิกิริยา	19
1.5 ปฏิกิริยาออกซิเดชันของเมทานอล	22
1.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26
1.7 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	30
บทที่ 2 วิธีการทดลอง	31
2.1 เครื่องมือและสารเคมี	31
2.1.1 เครื่องมือ	31
2.1.2 สารเคมี	32
2.2 การเตรียมอนุภาคนาโนผสมของเงิน ทองคำ และแพลทินัม	32
2.2.1 การเตรียมอนุภาคนาโนเงิน	32

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.2 การเตรียมอนุภาคนาโนทองคำ	33
2.2.3 การเตรียมอนุภาคนาโนแพลทินัม	33
2.2.4 เตรียมอนุภาคนาโนผสมของเงินและทองคำ	33
2.2.5 เตรียมอนุภาคนาโนผสมของเงิน ทองคำ และแพลทินัม	34
2.3 การศึกษาลักษณะเฉพาะของอนุภาคนาโนผสมของเงิน ทองคำ และแพลทินัม	34
2.3.1 การศึกษาสมบัติทางแสง	34
2.3.2 การศึกษาลักษณะพื้นฐาน	35
2.3.3 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี	35
2.4 การศึกษาสมบัติการเร่งปฏิกิริยา	35
2.4.1 การเตรียมสารผสมท่อนาโนคาร์บอนและอนุภาคนาโน	36
2.4.2 การเตรียมศึกษาสมบัติการเร่งปฏิกิริยาสำหรับออกซิเดชันของเมทานอล	37
บทที่ 3 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	39
3.1 ผลการเตรียมอนุภาคนาโนผสมของเงิน ทองคำ และแพลทินัม	39
3.2 ผลการศึกษาลักษณะเฉพาะของอนุภาคนาโนผสมของเงิน ทองคำ และแพลทินัม	42
3.2.1 ผลการศึกษาสมบัติทางแสง	42
3.2.2 ผลการศึกษาลักษณะพื้นฐาน	45
3.2.3 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี	49
3.3 ผลการศึกษสมบัติการเร่งปฏิกิริยา	53
บทที่ 4 สรุปผลการทดลอง	58
บรรณานุกรม	61
ประวัติผู้เขียน	71

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีต่างๆ สำหรับเตรียมอนุภาคนาโนโลหะผสม	16
ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนโดยอะตอมของธาตุในอนุภาคนาโนผสมของเงินและทองคำ และของอนุภาคนาโนผสมของเงิน ทองคำ และแพลทินัม ที่มีอัตราส่วนอะตอมของแพลทินัมแตกต่างกัน	52
ตารางที่ 3.2 ค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่วัดได้ของแอนดิกพีค (i_a) และแคโทดิกพีค (i_c)	57



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 การประยุกต์ใช้งานของอนุภาคนาโนโลหะผสมในการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาสำหรับเซลล์เชื้อเพลิงแบบใช้เมทานอลโดยตรง	2
ภาพที่ 1.2 อนุภาคนาโนโลหะผสมแบ่งตามโครงสร้างที่น่าจะเป็นไปได้	4
ภาพที่ 1.3 แบบจำลองโครงสร้างของอนุภาคนาโนผสมของทองคำและเงินที่มีคาร์บอนมอนอกไซด์ดูดซับอยู่ที่ผิว	4
ภาพที่ 1.4 แบบจำลองการถ่ายเทอิเล็กตรอนในอนุภาคนาโนผสมทองคำ แพลทินัม และเงินที่มีอัตราส่วนของทองคำต่อแพลทินัมต่อเงินเป็น 70:20:10	5
ภาพที่ 1.5 แบบจำลองโครงสร้างแบบคอร์-เชลล์ของอนุภาคนาโนผสมของทองคำและแพลทินัม	7
ภาพที่ 1.6 แบบจำลองโครงสร้างแบบเปลือกหลายชั้นของอนุภาคนาโนผสมของทองคำ พัลลาเดียม และแพลทินัม	8
ภาพที่ 1.7 การเกิดลักษณะที่กลวงในอนุภาคนาโนโลหะผสม ที่มีโครงสร้างแบบผสมและที่มีโครงแบบคอร์-เชลล์	8
ภาพที่ 1.8 กระบวนการเกิดขึ้นของลักษณะที่กลวงของอนุภาคนาโนโลหะผสมของทองคำและเงินที่มีโครงแบบคอร์-เชลล์	10
ภาพที่ 2.1 การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของเมทานอล	38
ภาพที่ 3.1 การเตรียมอนุภาคนาโนผสมของเงิน ทองคำ และแพลทินัมด้วยวิธีรีดักชันแบบลำดับขั้น	39
ภาพที่ 3.2 สีของสารละลายของอนุภาคนาโนเงินที่เตรียมได้	40
ภาพที่ 3.3 สีของสารละลายของอนุภาคนาโนผสมของเงินและทองคำที่เตรียมได้	40
ภาพที่ 3.4 สีของสารละลายของอนุภาคนาโนผสมของเงิน ทองคำ และแพลทินัมที่เตรียมได้	41
ภาพที่ 3.5 สีของสารละลายของอนุภาคนาโนแพลทินัมที่เตรียมได้	41
ภาพที่ 3.6 สีของสารละลายของอนุภาคนาโนทองคำที่เตรียมได้	42

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 3.7 สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของอนุภาคนาโนโลหะที่เตรียมได้	44
ภาพที่ 3.8 สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของอนุภาคนาโนแพลทินัมและของอนุภาคนาโนผสมของเงิน ทองคำ และแพลทินัม ที่มีอัตราส่วนอะตอมของแพลทินัมที่ต่างกัน	45
ภาพที่ 3.9 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่านของอนุภาคนาโนโลหะที่เตรียมได้	48
ภาพที่ 3.10 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์ศาสตร์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่านของอนุภาคนาโนผสมของเงิน ทองคำ และแพลทินัม ที่มีอัตราส่วนอะตอมของแพลทินัมที่ต่างกัน	49
ภาพที่ 3.11 สเปกตรัมการกระจายพลังงานของรังสีเอกซ์ของอนุภาคนาโนผสมเงินและทองคำ และของอนุภาคนาโนผสมของเงิน ทองคำ และแพลทินัม ที่มีอัตราส่วนอะตอมของแพลทินัมเป็น 0.4	51
ภาพที่ 3.12 ไชคลิกโวลแทมโมแกรมระหว่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของอนุภาคนาโนโลหะที่เตรียมได้	55
ภาพที่ 3.13 ไชคลิกโวลแทมโมแกรมระหว่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของอนุภาคนาโนแพลทินัม และอนุภาคนาโนผสมของเงิน ทองคำ และแพลทินัม ที่มีอัตราส่วนอะตอมของแพลทินัมที่ต่างกัน	57

รายการอักษรย่อ

DMFC	Direct methanol fuel cell
SPR	Surface plasmon resonance
TEM	Transmission electron microscopy
EDX	Energy dispersive X-ray spectroscopy
RE	Reference electrode
AE	Auxillary electrode
WE	Working electrode
nm	Nanometer
keV	Kiloelectronvolt
mA	Milliampere



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved