สารบาญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	9
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบาญตาราง	ณ
สารบาญภาพ	ល្ង
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของการวิจัย	1
1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	12
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	15
บทที่ 2 ทฤษฎี	
2.1 โครงสร้างนาโน มิติ และผลกระทบทางควอนตัม	16
2.2 คุณสมบัติของสารซิงค์ออกไซค์	18
2.3 เทคนิคโกลวดิสชาร์จ (Glow Discharge Technique)	20
2.3.1 กระบวนการก้ำซดิสชาร์จ (Gas Discharge Process)	20
2.3.2 กระบวนการสปัตเตอริง (Sputtering Process)	21
2.3.3 การสปัตเตอร์แบบ คีซี สปัตเตอริง (DC Sputtering)	24
2.4 แบบจำลองการเกิดโครงสร้างนาโน	26
2.4.1 Vapour-solid phase (VS) mechanism	26
2.4.2 Vapour-liquid-solid phase (VLS) mechanism	26
2.5 กระบวนการสังเคราะห์โครงสร้างนาโนของซิงค์ออกไซค์โคยวิธีออกซิเคชัน	28
2.6 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Field Emission Scanning Electron	
Microscope: FE-SEM)	29
2.7 เทคนิคการวิเคราะห์ด้วย Energy Dispersive Spectroscopy: EDS	31
2.8 กระบวนการตอบสนองไอเอทานอลของสารซิงก์ออกไซด์	32
2.8.1 สภาพใว (Sensitivity, S)	33
2.8.2 เวลาการตอบสนอง (Response time, $ au_{_{90}}$ down)	34
2.8.3 เวลาการคืนตัว (Recovery time, $ au_{_{90}}$ up)	34

หน้า

บทที่ 3	วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	
	3.1 การเตรียมเป้าเม็ดสารโลหะซิงค์	36
	3.2 การเตรียมแผ่นรองรับ (Substrate)	39
	3.3 การเตรียมฟิล์มบางของซิงค์ ด้วย วิธี ดีซี สปัตเตอริง	40
	3.4 การเตรียมโครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซด์ ด้วยวิธี ออกซิเดชันฟิล์มบางของซิงค์	42
	3.5 การวิเคราะห์สภาพพื้นผิว ขนาดและรูปร่าง ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบ	
	ส่องกราด (Field Emission Scanning Electron Microscopy: FE-SEM)	44
	3.6 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ด้วยเทคนิคสเปกโทรสโกปีพลังงานกระจาย	
	(Energy Dispersive Spectrometer: EDS)	45
	3.7 การเตรียมสารตัวอย่างเพื่อนำมาทำเป็นหัวตรวจวัด	46
	3.8 การศึกษาสมบัติการตอบสนองของเซนเซอร์ก๊าซต่อไอของเอทานอล	50
บทที่ 4	ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง	
	4.1 ผลการวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Field Emission	
	Scanning Electron Microscopy: FE-SEM)	53
	4.1.1 การศึกษาผลของการออกซิเคชันต่อโครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซด์	55
	4.1.2 การศึกษาผลของอุณหภูมิที่ใช้เผาต่อขนาคของโครงสร้างนาโนซิงค์	
	ออกไซด์	57
	4.1.3 การศึกษาผลของเวลาที่ใช้เผาต่อขนาดของโครงสร้างนาโนซิงค์	
	ออกไซด์	67
	4.1.4 การศึกษาผลของเวลาที่ใช้ในกระบวนการสปัตเตอริง ต่อขนาด	
	ของโครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์	71
	4.1.5 การวิเคราะห์ความหนาจากภาพตัดขวางของฟิล์มบางของซิงค์	
	และ โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์	78
	4.2 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคสเปกโทรสโกปีพลังงานกระจาย (EDS)	80
	4.3 ผลการวิเคราะห์การตอบสนองต่อไอเอทานอล	84
บทที่ 5	สรุป วิจารณ์ผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ	
	5.1 สรุปและวิจารณ์ผลการทคลอง	95
	5.1.1 ถักษณะและขนาคของโครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซด์	95
	5.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของโครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์	98

	หนั
5.1.3 สมบัติการเป็นหัวตรวจวัดไอเอทานอลของโครงสร้างนาโน	
ซิงก์ออกไซด์	98
5.2 ข้อเสนอแนะและงานที่จะทำต่อไป	101
5.2.1 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการทคลอง	101
5.2.2 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานที่จะทำต่อไป	102
เอกสารอ้างอิง	103
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	107
เทคนิคการเตรียมสารละลายเอทานอลที่ความเข้มข้นต่างๆ	107
ภาคผนวก ข	110
ผลงานทางวิชาการ	110
ประวัติผู้เขียน	119

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Copyright © by Chiang Mai University All rights reserved

สารบาญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 สมบัติกายภาพบางประการของสารซิงค์ออกไซด์	19
3.1 คุณสมบัติของโลหะสังกะสี	37
4.1 เงื่อนไขการเตรียมโครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซด์	53
4.2 แสดงขนาดของโครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์ ที่เงื่อนไขกำลังของการสปัตเตอร์50 วัตต์	
นาน 60 นาที และเผาที่อุณหภูมิต่างๆ กัน นาน 12 ชั่วโมง	62
4.3 แสดงขนาดของโครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์ ที่เงื่อนไขกำลังของการสปัตเตอร์200 วัตต์	
ที่ระยะเวลาในการสปัตเตอร์ 90 นาที และเผาที่อุณหภูมิแตกต่างกัน นาน 6 ชั่วโมง	66
4.4 แสดงขนาดของโครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์ ที่เงื่อนไขกำลังของการสปัตเตอร์50 วัตต์	
นาน 60 นาที และเผาที่อุณหภูมิ 800 °C ที่ระยะเวลาในการเผาต่างกัน	71
4.5 แสดงขนาดของโครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์ ที่เงื่อนไขกำลังของการสปัตเตอร์ 50 วัตต์	
นาน 60 และ 90 นาที และเผาที่อุณหภูมิ 800 °C ที่ระยะเวลาในการเผาต่างกัน	74
4.6 แสดงขนาดของโครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซด์บนแผ่นรองรับอะลูมินาที่เงื่อนไขกำลัง	
ของการสปัตเตอร์200 วัตต์ ที่ระยะเวลาในการสปัตเตอร์ต่างกันและเผาที่อุณหภูมิ	
600 °C นาน 6 ชั่วโมง	77
4.7 แสดงสัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีของโครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซด์	83
4.8 แสดงภาพไว (Sensitivity) เวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว	
(Recovery Time) ที่ความเข้มข้นสารละลายเอทานอล 1000 ppm ของโครงสร้างนาโน	
ซิงค์ออกไซด์	85
4.9 แสดงสภาพไว เวลาการตอบสนอง และเวลาการคืนตัวของหัวตรวจวัดต่อไอเอทานอล	89
5.1 แสดงการเปรียบเทียบผลการทดลองการสังเคราะห์โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซด์โดย	
วิธีออกซิเคชัน กับผลการทคลองของคณะนักวิจัยอื่นๆ	97

สารบาญภาพ

รูป	หน้า
1.1 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์นาโนเทกโนโลยี	5
1.2 การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ผิวเมื่อขนาดของสารเล็กลงแต่มีปริมาตรรวมเท่ากัน	9
1.3 แสดงโครงสร้าง Wurtzite hexagonal ของสาร ZnO	10
1.4 สารซิงค์ออกไซค์ในโครงสร้างระคับนาโนเมตรแบบต่างๆ	11
1.5 เส้นถวคนาโนที่สังเคราะห์ได้จากวิธีออกซิเคชันจากผลงานของ Z. Chen	12
1.6 โครงสร้างนาโนแบบต่างๆ ของซิงค์ออกไซค์ด้วยเทคนิคออกซิเคชันจากผลการทคลอง	
VOI J. Zhang	13
1.7 เส้นถวคนาโนซิงค์ออกไซค์ที่สังเคราะห์ค้วยเทคนิคออกซิเคชันจากผลงานของ A. Sekar	14
2.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นสถานะของสาร	17
2.2 การเปลี่ยนแปลงสีของอนุภากทองกำเมื่อมีขนาดเล็กในระดับนาโนเมตร	18
2.3 การเปลี่ยนแปลงโครงของอนุภาคทองคำเมื่อมีขนาดเล็กในระดับนาโนเมตร	18
2.4 แสดงแผนภาพแถบพลังงานของสารกึ่งตัวนำ	19
2.5 โครงสร้างสารซิงค์ออกไซค์	20
2.6 แสดงกระบวนการสปัตเตอริงภายในแชมเบอร์	22
2.7 แสดงการชนกันของอะตอมในลักษณะของลูกบิลเลียด	23
2.8 การเคลื่อนที่ของอนุภาคประจุในสนามแม่เหล็ก	25
2.9 แผนภาพการเกิด โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์ตามสมมุติฐาน VS mechanism	26
2.10 แสดงการเกิดโครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์ตามสมมุติฐาน VLS mechanism	27
2.11 แบบจำถองการเกิด โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซด์ โดยเทคนิกการออกซิเดชันฟิล์มบาง	28
2.12 แสดงองค์ประกอบภายในกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด	- 29
2.13 แสดงโพรบอิเล็กตรอนเคลื่อนในแนวแกนนอนและแกนตั้งบนระนาบของตัวอย่าง	30
2.14 แสดงการวิเคราะห์ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสสาร โดยวิธี EDS	31
2.15 การเปลี่ยนระดับชั้นพลังงานของอิเล็กตรอนภายในอะตอมส่งผลให้เกิดรังสีเอ็กซ์	32
2.16 แสดงกราฟความไวในการตอบสนอง และการคืนตัวของหัวตรวจจับก๊าซ	33
3.1 แผนภาพการทดลอง	36
3.2 การตัดแผ่น โลหะสังกะสี	37
3.3 เครื่องกลึง อยู่ที่ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	38
3.4 การขัดผิวแผ่นโลหะซิงค์	38

ฐป	หน้า
3.5 เป้าเม็คสาร โลหะซิงค์	39
3.6 แผ่นรองรับทั้ง 3 ชนิด a) แผ่นอะลูมินา b) แผ่นทองแคง c) แผ่นซิลิกอนชนิดพี	39
3.7 เครื่อง Ultrasonic และการทำความสะอาคแผ่นรองรับด้วยเครื่อง Ultrasonic	40
3.8 เป้าเม็ดสารซิงค์ที่ตำแหน่งเป้า	40
3.9 แผ่นรองรับที่ใส่ลงในแชมเบอร์	41
3.10 สารตัวอย่างที่เตรียมได้ในแชมเบอร์ของเกรื่องสปัตเตอริง	41
3.11 เครื่อง Planar Magnetron Sputtering ARC-12	42
3.12 Alumina Boat	42
3.13 เตาเผาสารแบบท่อและเครื่องควบคุมอุณหภูมิ	43
3.14 อุปกรณ์ที่ใช้ในการนำสารเข้า-ออกเตา และลคอุณหภูมิของสาร	43
3.15 Stub ที่เตรียมสำหรับกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด	44
3.16 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Field Emission Scanning Electron	
Microscopy: FE-SEM) ตั้งอยู่ที่ศูนย์วิจัยและบริการจุลทรรศนศาสตร์อิเล็กตรอน (EMR	Sc)45
3.17 เครื่องเอ็กซเรย์แบบพลังงานกระจาย (Energy Dispersive Spectrometer: EDS)	46
3.18 แผ่นสารตัวอย่างที่เคลือบฟิล์มบางของทอง	46
3.19 ลวดทอง และ Gold Paint	47
3.20 กล้อง Zoom stereo microscope	47
3.21 แผนผังการติคลวคทองเข้ากับสารตัวอย่างเพื่อทำเป็น หัวตรวจวัค	48
3.22 เตาอบ	48
3.23 ถวคนิโครมเบอร์ 44 ที่พันเป็น ขคลวดความร้อน (Heater)	49
3.24 หัวตรวจวัด	49
3.25 ชุดอุปกรณ์ทดสอบสมบัติการตรวจวัดก๊าซ ที่ห้องวิจัยฟิสิกส์ประยุกต์ ภาควิชาฟิสิกส์	
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	50
3.26 แผนผังการทำงานของชุคอุปกรณ์ทคสอบสมบัติการตรวจวัคก๊าซ	50
3.27 แผนภาพแสดงการวัดอุณหภูมิของหัวตรวจวัด	51
3.28 Alcohol simulator	51
4.1 ลักษณะทางกายภาพของแผ่นรองรับ	54
4.2 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์ที่เตรียมได้บนแผ่นรองรับ	54
4.3 ลักษณะพื้นผิวของฟิล์มบางของซิงค์บนผิวอะลูมินาก่อนกระบวนการออกซิเคชัน	55

ฐป	หน้า
4.4 ลักษณะพื้นผิวของฟิล์มบางของซิงค์ออกไซค์บนผิวอะลูมินาหลังกระบวนการออกซิเคชัน	1 55
4.5 ลักษณะพื้นผิวของฟิล์มบางของซิงค์บนผิวซิลิกอนก่อนกระบวนการออกซิเคชัน	56
4.6 ลักษณะพื้นผิวของฟิล์มบางของซิงค์ออกไซค์บนผิวซิลิกอนหลังกระบวนการออกซิเคชัน	56
4.7 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์บนแผ่นรองรับอะลูมินาเผาที่อุณหภูมิ 600 °C	
นาน 12 ชั่วโมง	57
4.8 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์บนแผ่นรองรับอะลูมินาเผาที่อุณหภูมิ 700 °C	
นาน 12 ชั่วโมง	58
4.9 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์บนแผ่นรองรับอะลูมินาเผาที่อุณหภูมิ 800 °C	
นาน 12 ชั่วโมง	58
4.10 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์บนแผ่นรองรับอะลูมินาเผาที่อุณหภูมิ 900 °C	
นาน 12 ชั่วโมง	59
4.11 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์บนแผ่นรองรับซิลิกอนชนิดพีเผาที่อุณหภูมิ 600 °C	
นาน 12 ชั่วโมง	59
4.12 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์บนแผ่นรองรับซิลิกอนชนิคพีเผาที่อุณหภูมิ 700 °C	
นาน 12 ชั่วโมง	60
4.13 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์บนแผ่นรองรับซิลิกอนชนิคพีเผาที่อุณหภูมิ 800 °C	
นาน 12 ชั่วโมง	60
4.14 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์บนแผ่นรองรับซิลิกอนชนิคพีเผาที่อุณหภูมิ 900 °C	
นาน 12 ชั่วโมง	61
4.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยต่ำสุดและอุณหภูมิ	
ที่ใช้ในการเผา โดยมีเงื่อน ไขกำลังของการสปัตเตอร์ 50 วัตต์ นาน 60 นาที	
และเผาที่อุณหภูมิต่างๆ กัน นาน 12 ชั่วโมง	62
4.16 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์บนแผ่นรองรับอะลูมินาเผาที่อุณหภูมิ 600 °C	
นาน 6 ชั่วโมง	63
4.17 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์บนแผ่นรองรับอะลูมินาเผาที่อุณหภูมิ 800 °C	
นาน 6 ชั่วโมง	64
4.18 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์บนแผ่นรองรับอะลูมินาเผาที่อุณหภูมิ 900 °C	
นาน 6 ชั่วโมง	64

រា្ថ

รูป	หน้า
4.19 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์บนแผ่นรองรับซิลิกอนชนิคพีเผาที่อุณหภูมิ 600 °	°C
นาน 6 ชั่วโมง	65
4.20 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์บนแผ่นรองรับซิลิกอนชนิดพีเผาที่อุณหภูมิ 800 °	°C
นาน 6 ชั่วโมง	65
4.21 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซด์บนแผ่นรองรับซิลิกอนชนิดพีเผาที่อุณหภูมิ 900 °	°C
นาน 6 ชั่วโมง	66
4.22 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซด์บนแผ่นรองรับอะลูมินาเผาที่อุณหภูมิ 800 °C	
นาน 6 ชั่วโมง	67
4.23 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซด์บนแผ่นรองรับอะลูมินาเผาที่อุณหภูมิ 800 °C	
นาน 12 ชั่วโมง	68
4.24 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์บนแผ่นรองรับอะลูมินาเผาที่อุณหภูมิ 800 °C	
นาน 24 ชั่วโมง	68
4.25 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์บนแผ่นรองรับซิลิกอนชนิคพีเผาที่อุณหภูมิ 800 °	PC
นาน 6 ชั่วโมง	69
4.26 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์บนแผ่นรองรับซิลิกอนชนิคพีเผาที่อุณหภูมิ 800 °	°C
นาน 12 ชั่วโมง	69
4.27 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์บนแผ่นรองรับซิลิกอนชนิคพีเผาที่อุณหภูมิ 800 °	PC
นาน 24 ชั่วโมง	70
4.28 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์บนแผ่นรองรับอะลูมินาเผาที่อุณหภูมิ 800 °C	
นาน 6 ชั่วโมง (ก) สปัตเตอริงนาน 60 นาที (ข) สปัตเตอริงนาน 90 นาที	71
4.29 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์บนแผ่นรองรับอะลูมินาเผาที่อุณหภูมิ 800 °C	
นาน 12 ชั่วโมง (ก) สปัตเตอริงนาน 60 นาที (ข) สปัตเตอริงนาน 90 นาที	72
4.30 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์บนแผ่นรองรับอะลูมินาเผาที่อุณหภูมิ 800 °C	
นาน 24 ชั่วโมง (ก) สปัตเตอริงนาน 60 นาที (ข) สปัตเตอริงนาน 90 นาที	72
4.31 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์บนแผ่นรองรับซิลิกอนชนิคพีเผาที่อุณหภูมิ 800 °	c e d
นาน 6 ชั่วโมง (ก) สปัตเตอริงนาน 60 นาที (ข) สปัตเตอริงนาน 90 นาที	73
4.32 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์บนแผ่นรองรับซิลิกอนชนิคพีเผาที่อุณหภูมิ 800 °	°C
นาน 12 ชั่วโมง (ก) สปัตเตอริงนาน 60 นาที (ข) สปัตเตอริงนาน 90 นาที	73

รูป	หน้า
4.33 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์บนแผ่นรองรับซิลิกอนชนิคพีเผาที่อุณหภูมิ 800 °C	
นาน 24 ชั่วโมง (ก) สปัตเตอริงนาน 60 นาที (ข) สปัตเตอริงนาน 90 นาที	74
4.34 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยต่ำสุดและเวลาที่ใช้เผา	75
4.35 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซด์บนแผ่นรองรับอะลูมินาที่เตรียมได้จากฟิล์มบางที่ใช้กำลัง	
ในการสปัตเตอร์ 200 วัตต์และใช้ระยะเวลาในการสปัตเตอร์ 30 นาที เผาที่อุณหภูมิ 600	°C
เป็นเวลานาน 6 ชั่วโมง	76
4.36 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซด์บนแผ่นรองรับอะลูมินาที่เตรียมได้จากฟิล์มบางที่ใช้กำลัง	
ในการสปัตเตอร์ 200 วัตต์และใช้ระยะเวลาในการสปัตเตอร์ 60 นาทีเผาที่อุณหภูมิ 600 จ	°C
เป็นเวลานาน 6 ชั่วโมง	76
4.37 โครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์บนแผ่นรองรับอะลูมินาที่เตรียมได้จากฟิล์มบางที่ใช้กำลัง	
ในการสปัตเตอร์ 200 วัตต์และใช้ระยะเวลาในการสปัตเตอร์ 90 นาทีเผาที่อุณหภูมิ 600 จ	C
เป็นเวลานาน 6 ชั่วโมง	77
4.38 ภาพตัดขวางฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์บนแผ่นรองรับซิลิกอนชนิดพีก่อนกระบวนการ	
ออกซิเคชัน	78
4.39 ภาพตัดขวางฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์บนแผ่นรองรับซิลิกอนชนิดพีหลังผ่านกระบวนการ	
ออกซิเคชัน	79
4.40 ตำแหน่งของการวิเคราะห์องก์ประกอบทางเกมีด้วย EDS Sample 1	80
4.41 กราฟ EDS สเปกตรัมของโครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซด์ Sample 1	80
4.42 ตำแหน่งของการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วย EDS Sample 2	81
4.43 กราฟ EDS สเปกตรัมของโครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์ Sample 2	81
4.44 ตำแหน่งของการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วย EDS Sample 3	82
4.45 กราฟ EDS สเปกตรัมของโครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซค์ Sample 3	82
4.46 กราฟแสดงการตอบสนองของหัวตรวจวัดต่อไอเอทานอลที่ความเข้มข้น 1000 ppm	84
4.47 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพไว (Sensitivity) กับอุณหภูมิ	85
4.48 กราฟแสดงการตอบสนองของหัวตรวจวัด (Sample No.33 เผาที่อุณหภูมิ 600 °C	
นาน 24 ชั่วโมง) ต่อไอเอทานอลที่ 280 °C	86
4.49 กราฟแสคงการตอบสนองของหัวตรวจวัด (Sample No.34 เผาที่อุณหภูมิ 700 °C	
นาน 24 ชั่วโมง) ต่อไอเอทานอลที่ 280 °C	87

ฑ

 4.50 กราฟแสดงการดอบสนองของหัวตรวจวัด (Sample No.35 เผาที่อุณหภูมิ 800 °C นาน 24 ชั่วโมง) ต่อไอเอทานอลที่ 280 °C 87 4.51 กราฟแสดงการดอบสนองของหัวตรวจวัด (Sample No.36 เผาที่อุณหภูมิ 900 °C นาน 24 ชั่วโมง) ต่อไอเอทานอลที่ 280 °C 88 4.52 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพไวกับความเข้มข้นของสารละลายเอทานอล 90 4.53 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดอบสนอง (Response Time) กับความเข้มข้น ของสารละลายเอทานอล 91 4.54 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดอบสนอง (Response Time) กับความเข้มข้นของ สารละลายเอทานอล 91 4.55 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนด้ว (Recovery Time) ของ Sample No.33 (เผาที่อุณหภูมิ 600 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 92 4.56 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนด้ว (Recovery Time) ของ Sample No.34 (เผาที่อุณหภูมิ 700 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 92 4.57 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนด้ว (Recovery Time) ของ Sample No.34 (เผาที่อุณหภูมิ 700 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 92 4.57 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนด้ว (Recovery Time) ของ Sample No.35 (เผาที่อุณหภูมิ 700 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 92 4.57 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนด้ว (Recovery Time) ของ Sample No.35 (เผาที่อุณหภูมิ 800 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93 4.58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดอบสนอง (Response Time) และเวลาการดินด้ว (Recovery Time) ของ Sample No.35 (เผาที่อุณหภูมิ 800 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93 4.58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดอบสนอง (Response Time) และเวลาการดินด้ว (Recovery Time) ของ Sample No.36 (เผาที่อุณภูมิ 800 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มขันของสารละลายเอทานอล 93 	รูป	หน้า
นาน 24 ชั่วโมง) ต่อไอเอทานอลที่ 280 °C 87 4.51 กราฟแสดงการตอบสนองของหัวตรวจวัด (Sample No.36 เผาที่อุณหภูมิ 900 °C 88 4.52 กราฟแสดงกวามสัมพันธ์ระหว่างสภาพไวกับความเข้มข้นของสารละลายเอทานอล 90 4.53 กราฟแสดงกวามสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) กับความเข้มข้นของสารละลายเอทานอล 90 4.53 กราฟแสดงกวามสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) กับความเข้มข้นของสารละลายเอทานอล 91 4.54 กราฟแสดงกวามสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดินดัว (Recovery Time) กับความเข้มข้นของ สารละลายเอทานอล 91 4.55 กราฟแสดงกวามสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดินดัว (Recovery Time) กับความเข้มข้นของ สารละลายเอทานอล 91 4.55 กราฟแสดงกวามสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดินดัว (Recovery Time) กับความเข้มข้นของ สารละลายเอทานอล 91 4.55 กราฟแสดงกวามสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดินสอง (Response Time) และเวลาการกินดัว (Recovery Time) ของ Sample No.33 (เผาที่อุณหภูมิ 600 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 92 4.56 กราฟแสดงกวามสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดอบสนอง (Response Time) และเวลาการกินดัว (Recovery Time) ของ Sample No.34 (เผาที่อุณหภูมิ 700 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 92 4.57 กราฟแสดงกวามสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดอบสนอง (Response Time) และเวลาการกินดัว (Recovery Time) ของ Sample No.35 (เผาที่อุณหภูมิ 800 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93 4.58 กราฟแสดงกวามสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดอบสนอง (Response Time) และเวลาการดินดัว (Recovery Time) ของ Sample No.36 (เผาที่อุณหภูมิ 900 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทนอล 93	4.50 กราฟแสดงการตอบสนองของหัวตรวจวัด (Sample No.35 เผาที่อุณหภูมิ 800 °C	
 4.51 กราฟแสดงการตอบสนองของหัวตรวจวัด (Sample No.36 เผาที่อุณหภูมิ 900 °C นาน 24 ชั่วโมง) ต่อไอเอทานอลที่ 280 °C 88 4.52 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพไวกับความเข้มข้นของสารละลายเอทานอล 90 4.53 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) กับความเข้มข้น ของสารละลายเอทานอล 91 4.54 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการก็นตัว (Recovery Time) กับความเข้มข้นของ สารละลายเอทานอล 91 4.55 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการกินตัว (Recovery Time) กับความเข้มข้นของ สารละลายเอทานอล 91 4.55 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการกินตัว (Recovery Time) และเวลาการกินด้ว (Recovery Time) ของ Sample No.33 (เผาที่อุณหภูมิ 600 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 92 4.56 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการกินตัว (Recovery Time) ของ Sample No.34 (เผาที่อุณหภูมิ 700 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 92 4.57 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดอบสนอง (Response Time) และเวลาการกินตัว (Recovery Time) ของ Sample No.35 (เผาที่อุณหภูมิ 700 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93 4.58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการกินตัว (Recovery Time) ของ Sample No.35 (เผาที่อุณหภูมิ 800 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93 4.58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการกินตัว (Recovery Time) ของ Sample No.36 (เผาที่อุณหภูมิ 900 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93 	นาน 24 ชั่วโมง) ต่อไอเอทานอลที่ 280 °C	87
นาน 24 ชั่วโมง) ต่อไอเอทานอลที่ 280 °C 88 4.52 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) กับความเข้มข้น 90 4.53 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) กับความเข้มข้น 91 4.54 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการคือบสนอง (Recovery Time) กับความเข้มข้นของ 91 4.54 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการคืนตัว (Recovery Time) กับความเข้มข้นของ 91 4.55 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการคือบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว 91 4.55 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว 91 4.55 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว 91 4.55 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการกินตัว 92 4.56 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการกินตัว 92 4.57 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการกินตัว 93 4.58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการกินตัว 93 4.58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการกิน	4.51 กราฟแสดงการตอบสนองของหัวตรวจวัด (Sample No.36 เผาที่อุณหภูมิ 900 °C	
4.52 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพไวกับความเข้มข้นของสารละลายเอทานอล 90 4.53 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) กับความเข้มข้น 91 4.54 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดือบสนอง (Recovery Time) กับความเข้มข้นของ 91 4.55 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดือบสนอง (Response Time) กับความเข้มข้นของ 91 4.55 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดอบสนอง (Response Time) และเวลาการกินตัว 91 4.55 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการกินตัว 91 4.55 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดอบสนอง (Response Time) และเวลาการกินตัว 91 4.56 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดอบสนอง (Response Time) และเวลาการกินตัว 92 4.56 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดอบสนอง (Response Time) และเวลาการกินตัว 92 4.57 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดอบสนอง (Response Time) และเวลาการกินตัว 93 4.58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดอบสนอง (Response Time) และเวลาการกินตัว 93 4.58 กราฟแสดงกวามสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดอบสนอง (Response Time) และเวลาการกินตัว 93 4.58 กราฟแสดงกวามสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดอ	นาน 24 ชั่วโมง) ต่อไอเอทานอลที่ 280 °C	88
 4.53 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) กับความเข้มข้น ของสารละลายเอทานอล 91 4.54 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการคืนดัว (Recovery Time) กับความเข้มข้นของ สารละลายเอทานอล 91 4.55 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนดัว (Recovery Time) ของ Sample No.33 (เผาที่อุณหภูมิ 600 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 92 4.56 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนดัว (Recovery Time) ของ Sample No.34 (เผาที่อุณหภูมิ 700 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 92 4.57 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนดัว (Recovery Time) ของ Sample No.35 (เผาที่อุณหภูมิ 800 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93 4.58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.35 (เผาที่อุณหภูมิ 800 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93 4.58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.36 (เผาที่อุณหภูมิ 900 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93 	4.52 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพไวกับความเข้มข้นของสารละลายเอทานอล	90
ของสารละลายเอทานอล 91 4.54 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการคืนตัว (Recovery Time) กับความเข้มข้นของ 71 สารละลายเอทานอล 91 4.55 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว 91 4.55 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว 92 4.56 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว 92 4.56 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว 92 4.57 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว 92 4.57 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว 92 4.57 กราฟแสดงกวามสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว 92 4.57 กราฟแสดงกวามสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว 92 4.58 กราฟแสดงกวามสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว 93 4.58 กราฟแสดงกวามสัมพันธ์ระหว่างเวลาการดอบสนอง (หราวนา 24 ชั่วโมง) กับกวาม 10 <td>4.53 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) กับความเข้มข้น</td> <td>l</td>	4.53 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) กับความเข้มข้น	l
 4.54 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการคืนตัว (Recovery Time) กับความเข้มข้นของ สารละลายเอทานอล 91 4.55 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.33 (เผาที่อุณหภูมิ 600 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 92 4.56 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.34 (เผาที่อุณหภูมิ 700 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 92 4.57 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.35 (เผาที่อุณหภูมิ 800 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93 4.58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.35 (เผาที่อุณหภูมิ 800 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93 4.58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.36 (เผาที่อุณหภูมิ 900 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93 	ของสารละลายเอทานอล	91
สารละลายเอทานอล 91 4.55 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.33 (เผาที่อุณหภูมิ 600 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 92 4.56 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.34 (เผาที่อุณหภูมิ 700 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 92 4.56 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.34 (เผาที่อุณหภูมิ 700 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 92 4.57 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.35 (เผาที่อุณหภูมิ 800 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93 4.58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.35 (เผาที่อุณหภูมิ 900 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93 4.58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.36 (เผาที่อุณหภูมิ 900 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93	4.54 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการคืนตัว (Recovery Time) กับความเข้มข้นของ	
 4.55 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.33 (เผาที่อุณหภูมิ 600 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 4.56 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.34 (เผาที่อุณหภูมิ 700 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 92 4.57 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.34 (เผาที่อุณหภูมิ 700 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 92 4.57 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.35 (เผาที่อุณหภูมิ 800 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93 4.58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.36 (เผาที่อุณหภูมิ 900 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 	สารละลายเอทานอล	91
(Recovery Time) ของ Sample No.33 (เผาที่อุณหภูมิ 600 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 92 4.56 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.34 (เผาที่อุณหภูมิ 700 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 92 4.57 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.35 (เผาที่อุณหภูมิ 800 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93 4.58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.36 (เผาที่อุณหภูมิ 900 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93	4.55 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืน	เต้ว
เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 92 4.56 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.34 (เผาที่อุณหภูมิ 700 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 92 4.57 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.35 (เผาที่อุณหภูมิ 800 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93 4.58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.36 (เผาที่อุณหภูมิ 900 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93	(Recovery Time) ของ Sample No.33 (เผาที่อุณหภูมิ 600 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ	
 4.56 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.34 (เผาที่อุณหภูมิ 700 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 4.57 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.35 (เผาที่อุณหภูมิ 800 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 4.58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว 50 (หาร์อุณหภูมิ 900 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 51 (เข้มข้นของสารละลายเอทานอล) 	เข้มข้นของสารละลายเอทานอล	92
(Recovery Time) ของ Sample No.34 (เผาที่อุณหภูมิ 700 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 92 4.57 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.35 (เผาที่อุณหภูมิ 800 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93 4.58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.36 (เผาที่อุณหภูมิ 900 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93	4.56 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืน	เต้ว
 เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 4.57 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.35 (เผาที่อุณหภูมิ 800 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 4.58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.36 (เผาที่อุณหภูมิ 900 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93 	(Recovery Time) ของ Sample No.34 (เผาที่อุณหภูมิ 700 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ	
 4.57 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.35 (เผาที่อุณหภูมิ 800 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93 4.58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.36 (เผาที่อุณหภูมิ 900 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93 	เข้มข้นของสารละลายเอทานอล	92
 (Recovery Time) ของ Sample No.35 (เผาที่อุณหภูมิ 800 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93 4.58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.36 (เผาที่อุณหภูมิ 900 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93 	4.57 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืน	เต้ว
เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93 4.58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.36 (เผาที่อุณหภูมิ 900 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93	(Recovery Time) ของ Sample No.35 (เผาที่อุณหภูมิ 800 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ	
 4.58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืนตัว (Recovery Time) ของ Sample No.36 (เผาที่อุณหภูมิ 900 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 	เข้มข้นของสารละลายเอทานอล	93
(Recovery Time) ของ Sample No.36 (เผาที่อุณหภูมิ 900 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93	4.58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการตอบสนอง (Response Time) และเวลาการคืน	เต้ว
เข้มข้นของสารละลายเอทานอล 93	(Recovery Time) ของ Sample No.36 (เผาที่อุณหภูมิ 900 °C นาน 24 ชั่วโมง) กับความ	
	เข้มข้นของสารละลายเอทานอล	93
5.1 การเปรียบเทียบค่าสภาพไว (Sensitivity) ของสารซิงค์ออกไซด์ต่อไอเอทานอล 99	5.1 การเปรียบเทียบค่าสภาพไว (Sensitivity) ของสารซิงค์ออกไซค์ต่อไอเอทานอล	99
5.2 การเปรียบเทียบค่าสภาพไว (Sensitivity) ของสารซิงค์ออกไซค์ต่อไอเอทานอล 100	5.2 การเปรียบเทียบค่าสภาพไว (Sensitivity) ของสารซิงค์ออกไซค์ต่อไอเอทานอล	100