

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญรูปภาพ.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขต.....	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	2
2.1 กระบวนการแอโนไดเซชัน.....	2
2.2 กลไกการเกิดท่อนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO ₂ Nanotube).....	3
2.2.1 การก่อตัวของชั้นฟิล์มออกไซด์.....	4
2.2.2 เกิดหลุมขนาดเล็กบนชั้นฟิล์มออกไซด์.....	4
2.2.3 การขยายตัวของรูพรุน.....	5
2.2.4 การเกิดช่องระหว่างรูพรุน.....	5
2.2.5 การเกิดเป็นท่ออย่างสมบูรณ์.....	6
2.3 คุณสมบัติของไทเทเนียมไดออกไซด์ (Titanium dioxide Property).....	6
2.3.1 คุณสมบัติเฉพาะ.....	7
2.3.2 คุณสมบัติทางกายภาพ และเชิงกล.....	7
2.3.3 ด้านความปลอดภัย.....	7
2.3.4 ประโยชน์ไทเทเนียมไดออกไซด์.....	7
2.3.5 ชนิดไทเทเนียมไดออกไซด์แบ่งตามโครงสร้างของผลึก.....	8

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.4 เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ผล.....	9
2.4.1 Scanning Electron Microscope.....	9
2.4.2 Atomic Force.....	11
2.4.3 การทดสอบการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (X-ray Diffraction :XRD).....	13
2.4.4 Field Emission Scanning electron Microscope (FESEM).....	15
2.5 โปรแกรม Labview.....	17
2.5.1 ข้อดี.....	17
2.5.2 หลักการเขียนแบบ DATA FLOW.....	18
2.5.3 ส่วนประกอบต่างๆ ใน LabVIEW.....	18
2.5.4 ระบบ DAQ บน PC.....	22
2.6 Hole บนแผ่น Platter media.....	23
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	24
3.1 กำหนดการและระยะเวลาในการดำเนินงาน.....	24
3.2 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	25
3.2.1 ส่วนของการออกแบบ.....	25
3.2.2 ส่วนของการทดลอง.....	25
3.3 ส่วนของการทดลอง.....	25
3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย.....	25
3.3.2 สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย.....	26
3.3.3 เทคโนโลยีที่ใช้ในการทำวิจัย.....	26
3.3.4 เครื่องที่ใช้ในการวิเคราะห์ในงานวิจัย.....	27
3.4 หลักการและวิธีการดำเนินงาน.....	27
3.4.1 ทำการออกแบบฝาครอบปีกเกอร์.....	27
3.4.2 ทำการออกแบบและสร้างโปรแกรมสำหรับอ่านและบันทึกค่ากระแส.....	28
3.4.3 สร้างฝาครอบปีกเกอร์ตามแบบที่ทำการออกแบบไว้.....	30

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.4.4 วิธีการสังเคราะห์ท่อนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์โดยวิธีการไฮโดรเทอร์มอล.....	31
3.4.5 นำชิ้นงานไปตรวจสอบการเกิดท่อนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์.....	32
3.4.6 สรุปการทดลอง.....	32
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล.....	33
4.1 แสดงความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลองโดยใช้เวลา 105 นาที.....	33
4.1.1 ค่าความต่างศักย์ 20 โวลต์.....	33
4.1.2 ค่าความต่างศักย์ 25 โวลต์.....	34
4.1.3 ค่าความต่างศักย์ 30 โวลต์.....	34
4.2 พื้นผิวของชิ้นงานก่อนและหลังไฮโดรเทอร์มอลด้วยกลิ้งไม้โครสโคป.....	35
4.2.1 ค่าความต่างศักย์ 20 โวลต์.....	35
4.2.2 ค่าความต่างศักย์ 25 โวลต์.....	36
4.2.3 ค่าความต่างศักย์ 30 โวลต์.....	36
4.3 ภาพแสดงลักษณะการเกิดท่อนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์บนพื้นผิวด้วยเครื่อง AFM.....	37
4.3.1 ค่าความต่างศักย์ 20 โวลต์.....	37
4.3.2 ค่าความต่างศักย์ 25 โวลต์.....	38
4.3.3 ค่าความต่างศักย์ 30 โวลต์.....	38
4.4 แสดงภาพการเกิดท่อนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์บนพื้นผิวชิ้นงานด้วยเครื่อง FESEM.....	39
4.4.1 ค่าความต่างศักย์ 20 โวลต์.....	39
4.4.2 ค่าความต่างศักย์ 25 โวลต์.....	40
4.4.3 ค่าความต่างศักย์ 30 โวลต์.....	40
4.5 แสดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ ของชิ้นงานจากเครื่อง FESEM.....	41
4.5.1 ค่าความต่างศักย์ 20 โวลต์.....	41
4.5.2 ค่าความต่างศักย์ 25 โวลต์.....	41
4.5.3 ค่าความต่างศักย์ 30 โวลต์.....	42

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.5.4 แสดงความสัมพันธ์ของค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าและเส้นผ่านศูนย์กลาง.....	42
4.6 แสดงความยาวของท่อนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์จากเครื่อง SEM.....	43
4.6.1 ค่าความต่างศักย์ 20 โวลต์.....	43
4.6.2 ค่าความต่างศักย์ 25 โวลต์.....	43
4.6.3 ค่าความต่างศักย์ 30 โวลต์.....	44
4.6.4 แสดงความสัมพันธ์ของค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าและความยาวท่อTiO ₂	44
4.7 แสดงมุมของน้ำบนพื้นผิวชิ้นงานเพื่อทดสอบคุณสมบัติความเป็นไฮโดรโฟบิก.....	45
4.7.1 ค่าความต่างศักย์ 20 โวลต์.....	45
4.7.2 ค่าความต่างศักย์ 25 โวลต์.....	46
4.7.3 ค่าความต่างศักย์ 30 โวลต์.....	46
4.7.4 แสดงความสัมพันธ์ของค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าและมุมของน้ำ ของบนผิวชิ้นงาน.....	47
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	48
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	48
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	48
เอกสารอ้างอิง.....	49

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ตารางที่ 3.1 แสดงกำหนดการและระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยทั้งหมด.....	23
1.2 ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลอง.....	46

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
1.1 รูปที่ 2.1 เซลล์ไฟฟ้าเคมี.....	2
1.2 รูปที่ 2.2 ปฏิกริยาต่างๆที่เกิดขึ้นในขั้วแอโนดและขั้วแคโทด.....	3
1.3 รูปที่ 2.3 กลไกการเกิดท่อไทเทเนียมไดออกไซด์.....	3
1.4 รูปที่ 2.4 การก่อตัวของชั้นฟิล์มออกไซด์.....	4
1.5 รูปที่ 2.5 เกิดหลุมขนาดเล็กบนชั้นฟิล์มออกไซด์.....	5
1.6 รูปที่ 2.6 การขยายตัวของรูพรุน.....	5
1.7 รูปที่ 2.7 การเกิดช่องระหว่างรูพรุน.....	6
1.8 รูปที่ 2.8 การเกิดเป็นท่ออย่างสมบูรณ์.....	6
1.9 รูปที่ 2.9 ชนิดของไทเทเนียม.....	9
2.0 รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบของเครื่อง SEM.....	10
2.1 รูปที่ 2.11 การทำงานของเครื่อง SEM.....	11
2.2 รูปที่ 2.12 การทำงานของเครื่อง AFM.....	12
2.3 รูปที่ 2.13 ตัวอย่างเครื่องที่ใช้หลักการของ XRD.....	14
2.4 รูปที่ 2.14 การทำงานของ XRD.....	15
2.5 รูปที่ 2.15 ภาพที่ได้จากหัววัดแบบต่างๆ.....	17
2.6 รูปที่ 2.16 Block Diagram เครื่องมือวัดที่สร้างจาก LabVIEW.....	18
2.7 รูปที่ 2.17 Front Panel ของ Labview.....	19
2.8 รูปที่ 2.18 Block Diagram ของ Labview.....	20
2.9 รูปที่ 2.19 Block Diagram ของ Labview ที่มีการทำงานจริง.....	20
3.0 รูปที่ 2.20 ตัวอย่าง Block Diagram Node.....	21
3.1 รูปที่ 2.21 ส่วนประกอบของระบบ DAQ.....	22
3.2 รูปที่ 2.22 แสดงอัตราส่วนระยะห่างระหว่างท่อนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์.....	23
3.3 รูปที่ 3.23 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย.....	24
3.4 รูปที่ 3.24 แสดงสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย.....	24
3.5 รูปที่ 3.25 เทคโนโลยีที่ใช้ในการทำวิจัย.....	25

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.6 รูปที่ 3.26 แบบร่างหน้าตาของฝาคือบีกเกอร์.....	27
3.7 รูปที่ 3.27 แผนผังความคิด (flow chart) การออกแบบโปรแกรม.....	28
3.8 รูปที่ 3.28 หลักการทำงานของโปรแกรม.....	29
3.9 รูปที่ 3.29 ฝาคือบีกเกอร์.....	30
3.10 รูปที่ 3.30 ด้ามจับชิ้นงาน.....	30
3.11 รูปที่ 3.31 การประกอบฝาคือบีกเกอร์กับด้ามจับชิ้นงาน.....	31
3.12 รูปที่ 3.32 การทำความสะอาดชิ้นงานก่อนทำการทดสอบด้วยอะซิโตน.....	31
3.13 รูปที่ 3.33 การทำการอโนไดซ์.....	32
3.14 รูปที่ 3.34 การทำความสะอาดชิ้นงานหลังทำการทดสอบ.....	32
3.15 รูปที่ 4.35 กราฟความสัมพันธ์กระแสไฟฟ้าที่ค่าความต่างศักย์ที่ 20 โวลต์.....	33
3.16 รูปที่ 4.36 กราฟความสัมพันธ์กระแสไฟฟ้าที่ค่าความต่างศักย์ที่ 25 โวลต์.....	34
3.17 รูปที่ 4.37 กราฟความสัมพันธ์กระแสไฟฟ้าที่ค่าความต่างศักย์ที่ 30 โวลต์.....	34
3.18 รูปที่ 4.38 พื้นผิวชิ้นงานก่อนและหลังอโนไดซ์ที่ความต่างศักย์ 20 โวลต์.....	35
3.19 รูปที่ 4.39 พื้นผิวชิ้นงานก่อนและหลังอโนไดซ์ที่ความต่างศักย์ 25 โวลต์.....	36
3.20 รูปที่ 4.40 พื้นผิวชิ้นงานก่อนและหลังอโนไดซ์ที่ความต่างศักย์ 30 โวลต์.....	36
3.21 รูปที่ 4.41 การเกิดท่อนบนพื้นผิวด้วยเครื่องAFMที่ความต่างศักย์ 20 โวลต์.....	37
3.22 รูปที่ 4.42 การเกิดท่อนบนพื้นผิวด้วยเครื่องAFMที่ความต่างศักย์ 25 โวลต์.....	38
3.23 รูปที่ 4.43 การเกิดท่อนบนพื้นผิวด้วยเครื่องAFMที่ความต่างศักย์ 30 โวลต์.....	38
3.24 รูปที่ 4.44 การเกิดท่อนบนพื้นผิวด้วยกล้องFESEMที่ความต่างศักย์ 20 โวลต์.....	39
3.25 รูปที่ 4.45 การเกิดท่อนบนพื้นผิวด้วยกล้องFESEMที่ความต่างศักย์ 25 โวลต์.....	40
3.26 รูปที่ 4.46 การเกิดท่อนบนพื้นผิวด้วยกล้องFESEMที่ความต่างศักย์ 30 โวลต์.....	40
3.27 รูปที่ 4.47 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อที่ความต่างศักย์ 20 โวลต์.....	41
3.28 รูปที่ 4.48 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อที่ความต่างศักย์ 25 โวลต์.....	41
3.29 รูปที่ 4.49 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อที่ความต่างศักย์ 30 โวลต์.....	42
3.30 รูปที่ 4.50 กราฟความสัมพันธ์ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าและเส้นผ่านศูนย์กลาง.....	42
3.31 รูปที่ 4.51 ความยาวของท่อที่เกิดขึ้นที่ความต่างศักย์ 20 โวลต์.....	43

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.32 รูปที่ 4.52 ความยาวของท่อที่เกิดขึ้นที่ความต่างศักย์ 25 โวลต์.....	43
3.33 รูปที่ 4.53 ความยาวของท่อที่เกิดขึ้นที่ความต่างศักย์ 30 โวลต์.....	44
3.34 รูปที่ 4.54 กราฟความสัมพันธ์ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าและความยาวของท่อ.....	44
3.35 รูปที่ 4.55 มุมของน้ำบนพื้นผิวชิ้นงานที่ความต่างศักย์ 20 โวลต์.....	45
3.36 รูปที่ 4.56 มุมของน้ำบนพื้นผิวชิ้นงานที่ความต่างศักย์ 25 โวลต์.....	46
3.37 รูปที่ 4.57 มุมของน้ำบนพื้นผิวชิ้นงานที่ความต่างศักย์ 20 โวลต์.....	46
3.38 รูปที่ 4.58 ความสัมพันธ์ความต่างศักย์ไฟฟ้ากับมุมของน้ำบนพื้นผิวชิ้นงาน.....	47