สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	มูลค่าผลิตภัณฑ์นาโนเทคโนโลยีทั่วโลกในปี 2558	1
1.2	ภาพถ่าย SEM ของแผ่นบางนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ที่เตรียมด้วยกระบวนการไฮโดรเทอร์มอล	2
1.3	การประยุกต์ใช้งานไททาเนียมไดออกไซด์ในด้านต่างๆ	4
1.4	TiO_2-derived nanotubes ที่สังเคราะห์โดย Dr. T. Kasuga	5
1.5	ภาพถ่าย TEM ของ nanosheets TiO_2 ที่เตรียมได้โดยวิธีไฮโดรเทอร์มอล	6
2.1	อนุภาคนาโนที่ได้จาก กระบวนการไฮโดรเทอร์มอล	8
2.2	เส้นใยนาโนที่ได้จากเครื่อง SEM ที่เผาด้วยอุณหภูมิ 500, 700, 900 และ1000 °C	10
2.3	ลักษณะเส้นใยนาโน	10
2.4	ลักษณะเส้นใยนาโนที่สังเคราะห์เป็นเวลา 120 ชั่วโมง	11
2.5	ลักษณะเส้นใยนาโนที่สังเคราะห์เป็นเวลา 12 ชั่วโมง โดยใช้ Magnetic stirring กวนผสม	11
2.6	กระบวนการผลิตวัสดุนาโนไททาเนียมไดออกไซด์แบบ Sulfate process และ Chloride process	15
2.7	กระบวนการผลิตวัสดุนาโนไททาเนียมไดออกไซด์การแบบไฮโดรเทอร์มอลที่ใช้วัสดุราคาถูก และเป็นวิธีที่ไม่เป็นพิษกับสิ่งแวดล้อม	16
2.8	การเปรียบเทียบขนาดของสิ่งต่างๆ	18
2.9	ขนาดของวัสดุนาโนเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นผม	19
2.10	เส้นใยนาโนจากแร่รูไทล์	20
2.11	อนุภาคนาโนของซีเลเนียม (Nanoparticles)	21
2.12	วัสดุประกอบแต่งนาโนที่ได้จาก Silica xerogel (Nanocomposite)	23
2.13	ท่อนาโนคาร์บอน (Carbon nanotubes)	24
2.14	หมุดควอนตัมที่ได้จากแคดเมียมเซเลไนด์กับซิงค์ซัลเฟต	25
2.15	ฟิล์มบางนาโนจากหยดน้ำ (Namofilms)	26
2.16	ผงของไททาเนียมไดออกไซด์	28
2.17	การเชื่อมต่อกันของแต่ละออกฮีดรัล	29
2.18	การนำไปใช้งานในรูปแบบต่างๆ ของไททาเนียมไดออกไซด์	32

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.19	Typical morphologies of one-dimensional nanostructures: nanowires, nanorods, nanotube and nanobelts	33
2.20	แผนภาพวิธีการเกิดโครงสร้างแบบ 1 มิติ 6 วิธี	34
2.21	ภาพที่ได้จากโครงสร้าง 1-Dimentional โดยใช้เครื่องTEM และ SEM	37
2.22	แผนผังการสังเคราะห์ด้วยกระบวนการไฮโดรเทอร์มอล	39
2.23	ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการไฮโดรเทอร์มอล	41
3.1	แบบจำลองการติดตั้งถังปฏิกรณ์แบบควบคุมอุณหภูมิ	43
3.2	ชุดปฏิกรณ์แบบควบคุมอุณหภูมิ	44
3.3	ชุดกรองแบบสุญญากาศ	44
3.4	เครื่องทำให้แห้งเยือกแข็ง	45
3.5	เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง	45
3.6	เตาเผา	46
3.7	เครื่องกวนสาร	46
3.8	การเตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.1 M	48
3.9	วิธีการทดลอง	49
3.10	เครื่องเอกซ์เรย์ดิฟแฟรคชัน (XRD)	50
3.11	กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (TEM)	51
3.12	เครื่องวัดพื้นที่ผิว (BET)	52
3.13	กระบวนการเตรียมและทดสอบการกระตุ้นปฏิกิริยาแบบใช้แสงร่วม (Photocatalytic activity)	53
4.1	ผลวิเคราะห์ XRD ของแผ่นบางนาโนที่ได้จากการสังเคราะห์และที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 300-800 ºC เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	55
4.2	โครงสร้างผลึกของไททาเนียมไดออกไซด์	55
4.3	ภาพถ่าย TEM ของแผ่นบางนาโนที่สังเคราะห์ a) กำลังขยาย 40,000 เท่า	57
4.4	ภาพถ่าย TEM ของแผ่นบางนาโนที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	58
4.5	ค่าพื้นที่ผิวจำเพาะของแผ่นบางนาโนที่สังเคราะห์ได้กับแผ่นบางนาโนที่สังเคราะห์ได้ที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 300-500 ºC	61

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.6	กราฟเปรียบเทียบปริมาณค่าความเข้มข้นของ I_3^- กับเวลาที่ใช้ในการฉายแสงอุลตร้าไวโอเลต เมื่อใช้แผ่นบางนาโนที่สังเคราะห์ได้กับแผ่นบางนาโนที่สังเคราะห์ได้ที่ผ่านการให้ความร้อนประมาณ 2 ชั่วโมง มาเป็นตัวกระตุ้นปฏิกิริยาโดยใช้แสงร่วม	63
4.7	(a) รูปด้านบน และ (b) รูปด้านข้างของถังปฏิกรณ์ซึ่งมีปริมาตรประมาณ 80 ลูกบาศก์เซนติเมตร	64
4.8	เปรียบเทียบขนาดของถังปฏิกรณ์ที่ใช้ในการสังเคราะห์แผ่นบางนาโน	64
4.9	เปรียบเทียบปริมาณสารละลายที่สังเคราะห์ได้จากถังปฏิกรณ์ขนาดต่างๆ	65
ก.1	พื้นที่ผิวจำเพาะของวัสดุที่สังเคราะห์ได้	74
ก.2	พื้นที่ผิวจำเพาะของวัสดุที่สังเคราะห์ได้ที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 300°C	75
ก.3	พื้นที่ผิวจำเพาะของวัสดุที่สังเคราะห์ได้ที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 400 °C	76
ก.4	พื้นที่ผิวจำเพาะของวัสดุที่สังเคราะห์ได้ที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 500 °C	77
ข.1	Adsorption/desorption isotherm ของวัสดุที่สังเคราะห์ได้	79
ข.2	Adsorption/desorption isotherm ของวัสดุที่สังเคราะห์ได้ที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 300 °C	80
ข.3	Adsorption/desorption isotherm ของวัสดุที่สังเคราะห์ได้ที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 400 °C	81
ข.4	Adsorption/desorption isotherm ของวัสดุที่สังเคราะห์ได้ที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 500 °C	82