

บทสรุปผู้บริหาร

โครงการวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อดำเนินการผลิตหรือสังเคราะห์ซิลิกอนบริสุทธิ์จากถ่านโค้ก โดยกระบวนการ metallothermic processes และกระบวนการ carbothermic reduction เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีการเพาะปลูกข้าวเป็นอาชีพหลัก ในแต่ละปีจะมีถ่านโค้กเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร โดยประมาณ 4-5 ล้านตันต่อปี ถ่านโค้กบางส่วนนำมาเผาแล้วนำไปผสมดินเพื่อใช้สำหรับเตรียมดินในแปลงเพาะชำพืชต่างๆ บางส่วนจะนำไปใช้ประโยชน์ในการเผาเพื่อเป็นเชื้อเพลิง ในครัวเรือน โรงสีข้าว โรงงานอุตสาหกรรม หรือโรงงานไฟฟ้าชีวมวล อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าจะได้พลังงานความร้อนจากการเผาถ่านโค้ก ก็จะคงเหลือถ่านโค้กที่ยังไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่า ซึ่งส่วนใหญ่ยังคงเป็นวัสดุเหลือทิ้งเช่นเดิม โดยปกติแล้วองค์ประกอบของถ่านโค้กจะประกอบไปด้วยซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) หรือซิลิกาประมาณ 20-25% สารอินทรีย์ประเภทเซลลูโลส 75-80 % และสิ่งเจือปนพวกโลหะออกไซด์อีกเล็กน้อย เมื่อนำถ่านโค้กไปเผาจะได้ถ่านโค้กซึ่งประกอบด้วยซิลิกอนไดออกไซด์ ประมาณ 80-90% หรือมากกว่านั้น หากผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์สูง โดยการแช่และต้มด้วยสารละลายกรด ซิลิกอนไดออกไซด์ที่ได้จากถ่านโค้กที่มีความบริสุทธิ์ จะเป็นสารตั้งต้นสำหรับการเตรียมซิลิกอนที่ใช้ในการทำเซลล์แสงอาทิตย์ ถ่านซิลิกา (rice husk ash silica) ที่ได้จากถ่านโค้กจะมีองค์ประกอบแตกต่างกันไปตามแหล่งเพาะปลูกข้าว องค์ประกอบที่แตกต่างซึ่งเป็นส่วนผสมในถ่านซิลิกา อาจเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้สมบัติหลายอย่างของถ่านซิลิกาเกิดขึ้น หรือเปลี่ยนแปลงไป เช่น สมบัติทางฟิสิกส์ ทางเคมี หรือโครงสร้าง นอกจากนี้ประเทศไทยยังมีการปลูกมะพร้าวเป็นจำนวนมาก กะลามะพร้าวส่วนมากจะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง หรือผลิตเป็นถ่านกัมมันต์ (activated carbon) องค์ประกอบส่วนใหญ่ของถ่านกัมมันต์จะประกอบไปด้วยคาร์บอน (C) มากกว่า 70 % และสารที่เป็นออกไซด์ของโลหะและกึ่งโลหะอีกประมาณ 20-30 % การแช่ถ่านโค้กในสารละลายกรดจะสามารถลดปริมาณโลหะและกึ่งโลหะออกไซด์ลงได้ เราได้สังเคราะห์ซิลิกอนบริสุทธิ์ โดยการผสมถ่านโค้กบริสุทธิ์กับโลหะแมกนีเซียม (Mg), อลูมิเนียม (Al), แคลเซียม (Ca) หรือเหล็ก (Fe) และผงถ่านคาร์บอน โดยอัตราส่วนต่างๆกัน นำไปเผาโดยกระบวนการ metallothermic processes และ carbothermic reduction ในบรรยากาศ อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ กัน ผลการสังเคราะห์จากหลากหลายกระบวนการ พบว่าถ่านโค้กที่ผสมกับผงแมกนีเซียมและผงถ่านกัมมันต์เผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศของก๊าซไนโตรเจนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแช่ด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก (HF) ล้างด้วยน้ำกลั่นกรองและตากให้แห้ง เมื่อตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง X-rays diffraction (XRD) จะมีปริมาณของซิลิกอนเป็นองค์ประกอบ 99.89 % ซึ่งสามารถนำไปเตรียมเป็นสารตั้งต้นในการทำเซลล์สุริยะ (Silicon solar grade) และบางผลการทดลองโครงสร้างนาโนของวัสดุปรากฏบนแผ่นฐานรองและผงตัวอย่าง

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่อง การผลิตซิลิกอนบริสุทธิ์สำหรับเซลล์แสงอาทิตย์จากเถ้าแกลบ ได้รับการสนับสนุนงบประมาณแผ่นดินจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สำนักงานงบประมาณ และมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สำนักงานงบประมาณแผ่นดิน และมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานวิจัยไว้ในโอกาสนี้ และขอขอบคุณภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ ที่ได้ให้การสนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือซึ่งใช้ในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

ศุภกร ภู่เกิด

พิเชษฐ ถิมสุวรรณ

อุดม ทิพราช

สุพล ส้าราญ

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ เราทำการสังเคราะห์ซิลิกอนบริสุทธิ์จากถ้ำแกลบ โดยกระบวนการ metallothermic reduction และ carbothermic reduction ด้วยการนำถ้ำซิลิกาที่มีความบริสุทธิ์สูงซึ่งได้จาก การเผาถ้ำขาวที่ผ่านการแช่และต้มในสารละลายกรด มาผสมกับโลหะชนิดต่าง ๆ และ ถ่านคาร์บอนจากถ่านกะลามะพร้าวหรือแกรไฟท์ ในอัตราส่วนต่างๆ วางไว้ในถ้ำอลูมินา (alumina boat) จากนั้นนำถ้ำอลูมินาไปใส่ในเตา วางแผ่นฐานรองบนสารตัวอย่าง เผาใน บรรยากาศ อุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน หลังจากอุณหภูมิถึงกำหนดที่ต้องการ ปิดสวิตช์ปล่อยให้เตา เย็นลงตามธรรมชาติจนถึงอุณหภูมิห้อง นำวัสดุตัวอย่างไปแช่ด้วยกรด HF ล้างด้วยน้ำกลั่นหลาย ครั้ง ตากให้แห้งจากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปวิเคราะห์ตรวจสอบด้วยเครื่อง X-rays fluorescence (XRF) และ X-rays diffraction (XRD) หรือ Scanning electron microscope ผลการวิเคราะห์ แสดงให้เห็นว่ามีการสังเคราะห์ของซิลิกอนจากถ้ำแกลบ โดยเฉพาะวัสดุตัวอย่างที่เตรียมจากการเผาถ้ำ แกลบรวมกับผงแมกนีเซียม ผสมถ่านกะลามะพร้าว ในบรรยากาศของก๊าซไนโตรเจน ที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง ซิลิกอนที่สังเคราะห์ได้มีความบริสุทธิ์ 99.89 % ซึ่ง สามารถใช้เป็นสารตั้งต้นสำหรับการเตรียม ซิลิกอน โซลาร์เซลล์(silicon solar cell) และบางผลการ ทดลองโครงสร้างนาโนของวัสดุปรากฏบนแผ่นฐานรองและผงตัวอย่าง

Abstract

In this research, we synthesized silicon prepared from rice husk ash using metalthermic reduction and carbothermic reduction process by coconut shell charcoal assisted. The materials source will be prepared by mixing rice husk ash, metals and coconut shell charcoal or graphite with various ratios. The materials source and substrates were put in the furnace, heated at various temperature and time. When, the temperature was cooled down to natural room temperature. The materials sources and substrates were studied by X-rays fluorescence (XRF) and X-rays diffraction (XRD) or scanning electron microscope (SEM) on demand. From the results showed that silicon materials were synthesized. Especially, the materials source which prepared by mixing rice husk ash, magnesium powder and coconut shell charcoal heated at temperature of 600 Celsius for 1.5 hour in atmosphere of nitrogen gas. Synthesized silicon was investigated, high purity around 99.89%, which can be used for materials source in silicon solar grade. Some results the nanomaterials structures can be observed on the substrates and prepared products.

สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 ทฤษฎีและกรอบคิดของโครงการวิจัย	2
1.3 วัตถุประสงค์และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	
1.4 ขอบเขตขอบเขตของโครงการวิจัย	6
2. วิธีดำเนินการวิจัย	7
3. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	13
4. สรุปผลการวิจัย	46
บรรณานุกรม	47
ภาคผนวก	50
ประวัตินักวิจัย	57

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 3.1: แสดงการเตรียมตัวอย่างวิจัยที่สภาวะและเงื่อนไขต่างๆ	13
ตาราง 3.2: แสดงองค์ประกอบของเก้าอี้แกลบสีขา RHA2	25
ตาราง 3.3: แสดงผลการทดลองปริมาณเปอร์เซ็นต์ของซิลิกอนที่สกัดได้จากเก้าอี้แกลบ	44

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 3.1 ภาพแถบข่าวที่ผ่านการล้างด้วยน้ำประปาแล้วตากให้แห้ง	15
รูปที่ 3.2 แถบข่าวที่ผ่านการแช่และต้มด้วยกรด HCl แล้วอบให้แห้ง	16
รูปที่ 3.3 แสดงลักษณะผิวของแถบสด	16
รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะผิวของแถบที่ไม่ได้แช่ด้วยกรด HCl เเผาที่อุณหภูมิ 600 °C	17
รูปที่ 3.5 แถบข่าวที่ผ่านการแช่ด้วยกรด HCl เเผาที่อุณหภูมิ 600 °C	17
รูปที่ 3.6 ลักษณะสีผิวของกะลามะพร้าวที่ไม่ได้ผ่านการเผา	17
รูปที่ 3.7 แสดงลักษณะสีและพื้นผิวของผงถ่านกระลาซึ่งเผาที่อุณหภูมิ 400 °C	18
รูปที่ 3.8 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาส่วนผสมของแถบข่าว ผงแมกนีเซียมและ ถ่านกะลาอัตราส่วน 2:1:0.1 ที่อุณหภูมิ at 600 °C ในบรรยากาศของก๊าซไนโตรเจน	18
รูปที่ 3.9 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาส่วนผสมของแถบข่าว ผงแมกนีเซียมและ ถ่านกะลาอัตราส่วน 2:0.5:0.1 ที่อุณหภูมิ at 600 °C ในบรรยากาศของก๊าซไนโตรเจน	19
รูปที่ 3.10 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาส่วนผสมของแถบข่าว ผงแมกนีเซียมและ ถ่านกะลาอัตราส่วน 2:0.1:0.1 ที่อุณหภูมิ at 600 °C ในบรรยากาศของก๊าซไนโตรเจน	19
รูปที่ 3.11 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาส่วนผสมของแถบข่าว ผงแมกนีเซียมและ ถ่านกะลา อัตราส่วน 2:1:0.1 ที่อุณหภูมิ at 600 °C ในบรรยากาศของก๊าซออกซิเจน	20
รูปที่ 3.12 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาส่วนผสมของแถบข่าว แผ่นแมกนีเซียม และถ่านกะลาอัตราส่วน 2:0.5:0.1 ที่อุณหภูมิ at 600 °C ในบรรยากาศของก๊าซไนโตรเจน	20
รูปที่ 3.13 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาส่วนผสมของแถบข่าว แผ่นแมกนีเซียม และถ่านกะลา อัตราส่วน 2:0.1:0.1 ที่อุณหภูมิ 600 °C ในบรรยากาศของก๊าซไนโตรเจน	21
รูปที่ 3.14 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาส่วนผสมของแถบข่าว กับผงอลูมิเนียม อัตราส่วน 4:3 ที่อุณหภูมิ 1300 °C ในบรรยากาศของก๊าซไนโตรเจน	21
รูปที่ 3.15 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาส่วนผสมของแถบข่าว กับผงอลูมิเนียม อัตราส่วน 5:4 ที่อุณหภูมิ 1300 °C ในบรรยากาศของก๊าซไนโตรเจน	22
รูปที่ 3.16 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาส่วนผสมของแถบข่าว ถ่านกะลา แลผง อลูมิเนียมอัตราส่วน 3:1:0.5 ที่อุณหภูมิ 1300 °C ในบรรยากาศของก๊าซไนโตรเจน	22
รูปที่ 3.17 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาส่วนผสมของแถบข่าวและ ถ่านกะลา อัตราส่วน 1:2 ที่อุณหภูมิ 1350 °C ในบรรยากาศของก๊าซไนโตรเจน	23
รูปที่ 3.18 แสดงผลการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ แสดงเฟสของ Si จากALDRICH	24
รูปที่ 3.19 แสดงผลการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของแถบข่าว RHA2 เเผาที่อุณหภูมิ 600°C	24

รูปที่ 3.20 แสดงผลการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของผลิตภัณฑ์ RHA3 แสดงเฟสของ Si และ Mg_2SiO_4 (ก) ก่อนแช่ด้วยกรด HF (ข) หลังแช่ด้วยกรด HF	26
รูปที่ 3.21 แสดงผลการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของตัวอย่าง RHA4 แสดงเฟสของ Si และ Mg_2SiO_4 (ก) ก่อนแช่ด้วยกรด HF (ข) หลังแช่ด้วยกรด HF	27
รูปที่ 3.22 แสดงผลการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของตัวอย่าง RHA5 แสดงเฟสของ Si และ Mg_2SiO_4 (ก) ก่อนแช่ด้วยหลัง HF ครั้งที่ 1 (ข) หลังแช่ด้วยกรด HF ครั้งที่ 2	28
รูปที่ 3.23 แสดงผลการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของตัวอย่าง RHA6 แสดงเฟสของ Si และ Mg_2SiO_4 (ก) ก่อนแช่ด้วยกรด HF (ข) หลังแช่ด้วยกรด HF	29
รูปที่ 3.24 แสดงผลการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของตัวอย่าง RHA7 แสดงเฟสของ Si และ Mg_2SiO_4 (ก) ก่อนแช่ด้วยกรด HF (ข) หลังแช่ด้วยกรด HF	30
รูปที่ 3.25 ความสัมพันธ์ระหว่าง Intensity และ $^{\circ}2\theta$ ศึกษาด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (XRD) ของตัวอย่าง RHA8	31
รูปที่ 3.26 แสดงผลการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของตัวอย่าง RHA9 แสดงเฟสของ Si และ Mg_2SiO_4	32
รูปที่ 3.27 แสดงผลการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของตัวอย่าง RHA10	33
รูปที่ 3.28 แสดงผลการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของตัวอย่าง RHA11 แสดงเฟสของ Al_2O_3 , Si และ Al	34
รูปที่ 3.29. ความสัมพันธ์ระหว่าง Intensity และ $^{\circ}2\theta$ ของส่วนผสมแคลบบริสุทธิ อะลูมิเนียม และถ่านกะลามะพร้าว (RHA12) (ก) ก่อนแช่ HF (ข) หลังแช่ HF	35
รูปที่ 3.30 แสดงผลการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของตัวอย่าง RHA13 แสดงเฟสของ Al_2O_3 และ Si (ก) ก่อนแช่ด้วยกรด HF (ข) หลังแช่ด้วยกรด HF	36
รูปที่ 3.31 ความสัมพันธ์ระหว่าง Intensity และ $^{\circ}2\theta$ ของส่วนผสมแคลบบริสุทธิ เหล็กและถ่านกะลา (RHA14)	37
รูปที่ 3.32 แสดงผลการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของตัวอย่าง RHA14 แสดงเฟสของ Fe_2O_3 (ก) ก่อนแช่ด้วยกรด HF (ข) หลังแช่ด้วยกรด HF	38
รูปที่ 3.33 ความสัมพันธ์ระหว่าง Intensity และ $^{\circ}2\theta$ ของส่วนผสมแคลบบริสุทธิ และแคลเซียม ศึกษาด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (XRD) (RHA16)	39
รูปที่ 3.34 แสดงผลการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของตัวอย่าง RHA17 หลังแช่ด้วยกรด HF	39
รูปที่ 3.35 แสดงภาพถ่าย SEM ของผงผลิตภัณฑ์ RHA18	40
รูปที่ 3.36 แสดงผลการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของเศษผงตะกรันที่ติดอยู่บนถ้วยสารตัวอย่างผลิตภัณฑ์ RHA18 แสดงเฟสของ SiO_2	41
รูปที่ 3.37 แสดงภาพถ่าย SEM ของเศษผงตะกรันที่ติดอยู่บนถ้วยเผาสารผลิตภัณฑ์	42

RHA18 ที่กำลังขยายแตกต่างกัน	
รูปที่ 3.38 แสดงผลการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของฐานรองซิลิกอนซึ่งวางบนผลิตภัณฑ์ RHA18	42
RHA18	
รูปที่ 3.39 แสดงภาพถ่าย SEM ของแผ่นฐานรองซิลิกอนที่วางบนผลิตภัณฑ์ RHA18 ที่กำลังขยายแตกต่างกัน	44