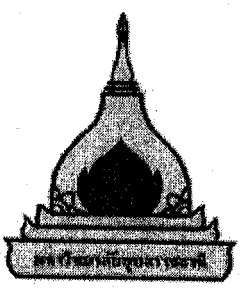


รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การเตรียมวัสดุเทอร์โมอิเล็กตริกจากเถ้าแกลบ

Preparation of Thermoelectric Materials from Rice Hush Ash

คณะผู้วิจัย

นายศุภกร ภู่เกิด

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ประจำปีงบประมาณ 2548

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย ม.อบ. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

คำนำ

การวิจัยเรื่อง การเตรียมวัสดุเทอร์โมอิเล็กตริกจากเถ้าแกลบ เป็นงานที่ดำเนินการเพื่อมุ่งเน้นการนำวัสดุท้องถิ่น มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านการพัฒนาพลังงานทดแทนที่ยั่งยืน โดยอาศัยหลักการที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์เทอร์โมอิเล็กตริก ซึ่งใช้หลักการผันหรือเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนไปเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างตำแหน่งของวัสดุเทอร์โมอิเล็กตริก การวิจัยในครั้งนี้พบว่าวัสดุที่เตรียมได้มีปรากฏการณ์ที่แสดงให้เห็นถึงความเป็นวัสดุเทอร์โมอิเล็กตริก แต่ยังมีความไม่คงที่ เนื่องจากการวัดบางครั้งสัมประสิทธิ์ซีเบค(Seebeck coefficient) มีค่าค่อนข้างสูง บางครั้งมีการแกว่งตัวเกิดขึ้น หากได้รับการสนับสนุนให้มีการพัฒนา คาดว่าจะประสบผลสำเร็จในอนาคตต่อไป

ศุภกร ภู่เกิด

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่อง การเตรียมวัสดุเทอร์โมอิเล็กตริกจากเถ้าแกลบ ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัย จากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ได้กรุณาให้ทุนสนับสนุนการดำเนินงานวิจัย ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ และภาควิชาฟิสิกส์ ที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือในการดำเนินงาน ขอขอบคุณ ดร.สมชัย เกียรติจามรชัย ที่ได้กรุณาให้ยืมอุปกรณ์ในการตรวจวัดสมบัติทางเทอร์โมอิเล็กตริกของวัสดุตัวอย่าง ไว้ในโอกาสนี้

ศุภกร ภู่เกิด

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสมบัติของวัสดุที่เตรียมจากเถ้าแกลบ โดยการเผาเถ้าแกลบและกะลามะพร้าวรวมกันที่อุณหภูมิต่างๆ แล้วเจือด้วยโลหะออกไซด์ จากการศึกษาสมบัติทางไฟฟ้าพบว่า มีความต่างศักย์ไฟฟ้าเกิดขึ้นที่ทั้งสองด้านของวัสดุ เมื่อนำไปวัดค่าแรงดันไฟฟ้าเทียบกับความแตกต่างของอุณหภูมิทั้งสองด้านพบว่าสามารถวัดค่าสัมประสิทธิ์ซีเบคได้ ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้ยังมีการแกว่งไปมาในบางตำแหน่ง จากผลการวัดที่ได้ ทำให้คาดได้ว่าวัสดุที่เตรียมจากเถ้าแกลบมีสมบัติบ่งชี้ความเป็นวัสดุเทอร์โมอิเล็กตริก

Abstract

This research is study of the properties of materials prepared from rice hush ash. The materials made from burning rice husk ash and coconut shell at different temperature. There are some metals oxide doped in these materials. Then we pressed to form pellet samples. The electrical properties of these is measured. There are voltage between both sides of these materials. The electromotive force is found when a different temperature is applied on both sides of pellet samples. The Seebeck coefficient can be detected. The results indicate that these materials may be thermoelectric materials.

สารบัญเรื่อง

	หน้า
คำนำ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
1.3 วัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย	5
2. วิธีดำเนินการวิจัย	6
3. ผลการทดลอง	9
4. อภิปรายผลการทดลอง	15
5. สรุปและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการวิจัย	17
บรรณานุกรม	18
ภาคผนวก	19
ประวัตินักวิจัย	24

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 3.1 แสดงองค์ประกอบของวัสดุที่เตรียมได้ (รวม background)	10
ตาราง 3.2 แสดงองค์ประกอบของวัสดุที่เตรียมได้ (ไม่รวม background)	10

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 3.1 แสดง Peak X-ray diffraction วัสดุที่เตรียมได้ 9

รูปที่ 3.2 แสดงผลการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิระหว่าง 22-40 ^{0}C 11

รูปที่ 3.3 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ซีเบคของวัสดุที่เจือด้วยเจอร์มาเนียมออกไซด์ 12

รูปที่ 3.4 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ซีเบคของวัสดุที่เจือด้วยโบรอนออกไซด์ 12

รูปที่ 3.5 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ซีเบคของวัสดุที่เจือด้วยฟอสฟอรัสออกไซด์ 13

รูปที่ 3.6 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ซีเบคของวัสดุที่เจือด้วยโบรอนออกไซด์รวมกับฟอฟอรัสออกไซด์ 13

รูปที่ 3.7 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ซีเบคของวัสดุที่เจือด้วยออกไซด์ 13

1. บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

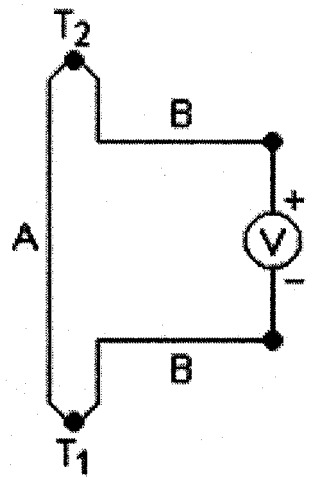
จากสภาวการณ์ปัจจุบัน พลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งได้จากปิโตเลียมกำลังมีราคาสูงและเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว รวมทั้งหากอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงยังสูงเช่นนี้ คาดการว่าน้ำมันจะหมดไปจากโลกภายในระยะเวลา 30 – 50 ปี ดังนั้นหลายๆ ประเทศจึงพยายามค้นคว้าหาพลังงานทดแทน ซึ่งอยู่ในรูปของพลังงานยั่งยืน (Sustainable Energy) ที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะที่เป็นพิษต่อสภาพแวดล้อม เช่น พลังงานจากแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานความร้อนใต้ภิภพ และพลังงานจากเซลเชื้อเพลิงไฮโดรเจน (Fuel Cell) เป็นต้น อย่างไรก็ตามเรา จะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานต่างๆ ซึ่งมีหลายรูปพลังงานนั้น โดยเกือบทั้งหมดจะต้องเปลี่ยนรูปพลังงานต่างๆ มาเป็นการผลิตกระแสไฟฟ้า หากเราสามารถเปลี่ยนรูปพลังงานปฐมภูมิมาเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรงจะทำให้สามารถลดระยะเวลาและงบประมาณค่าใช้จ่ายได้อย่างมหาศาล คำว่าพลังงานปฐมภูมิจะหมายถึงพลังงานซึ่งเป็นพลังงานตั้งต้น เช่น พลังงานความร้อน และพลังงานแสงหรือรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากดวงอาทิตย์ หากเปลี่ยนมาเป็นพลังงานทุติยภูมิจะหมายถึงพลังงานที่สะสม อาจอยู่ในรูปพลังงานศักย์ในพืชซึ่งเราจะนำพลังงานที่สะสมอยู่ในพืชมาผลิตเป็นพลังงานชีวมวล (Bio Mass) เช่น การผลิตแอลกอฮอล์โดยการหมักพืช การเอาชีวมวลเพื่อผลิตความร้อนแล้วนำความร้อนมาต้มน้ำเพื่อหมุนเครื่องจักรไดนาโมผลิตกระแสไฟฟ้า ตัวอย่างที่กล่าวถึงนี้จะเป็นการนำพลังงานทุติภูมิมาใช้ ซึ่งจะเสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูงขึ้น หรือบางครั้งการผลิตต้องใช้เนื้อที่ในการปลูกพืชชีวมวลเพื่อการพลังงานเป็นจำนวนมากมายมหาศาล

แกลบข้าวเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ประโยชน์ส่วนใหญ่จะนำมาเผาแล้วนำไปผสมดินเพื่อใช้สำหรับเตรียมดินในแปลงเพาะชำพืชต่างๆ องค์ประกอบส่วนใหญ่ของแกลบข้าวจะประกอบไปด้วยซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) หรือซิลิกาประมาณ 20-25% และสารอินทรีย์ประเภทเซลลูโลส 75-80 % เมื่อนำแกลบข้าวไปเผาจะได้เถ้าแกลบซึ่งประกอบด้วยซิลิกอนไดออกไซด์ประมาณ 80-90% หรือมากกว่านั้นหากผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์สูง[1-2] ซิลิกอนไดออกไซด์ที่ได้จากเถ้าแกลบที่มีความบริสุทธิ์สูงจะเป็นสารตั้งต้นสำหรับการเตรียมซิลิกอนที่ใช้ในการทำเซลล์แสงอาทิตย์บ[3-4] เมื่อนำซิลิกอนมารวมกับสารกึ่งตัวนำบางชนิดจะทำให้เกิดเป็นวัสดุเทอร์โมอิเล็กตริก สามารถใช้เป็นแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้าได้[5-6] การเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้าเกิดจากปรากฏการณ์ซีเบค (Seebeck effect) และปรากฏการณ์เพลเทียร์ (Peltier effect) ซึ่งผันกลับจากไฟฟ้าเป็นความร้อนโดยกระแสอิเล็กตรอน[7] สภาพทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทย จะตั้งอยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตรของโลก ซึ่งได้รับรังสีพลังงานความร้อน

และแสงจากดวงอาทิตย์เกือบตลอดทั้งปี หากเราสามารถเปลี่ยนรูปพลังงานจากดวงอาทิตย์ เช่น พลังงานแสง หรือพลังงานความร้อน มาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยตรง จะเป็นประโยชน์ในด้านพลังงานของประเทศอย่างยิ่ง กระบวนการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ความร้อนซึ่งเรียกว่าไฟฟ้าเชิงความร้อน(Thermoelectricity)เป็นการนำพลังงานความร้อนมาเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานไฟฟ้า การเตรียมวัสดุเทอร์โมอิเล็กตริกจากเถ้าแกลบ เป็นการขึ้นรูปเซรามิกส์วัสดุเทอร์โมอิเล็กตริกจากเถ้าแกลบที่แตกต่างไปจากการใช้โลหะซึ่งมีการผุกร่อนได้ง่ายเมื่อเกิดออกไซด์ นอกจากนี้ยังเป็นการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่จากวัสดุท้องถิ่นที่ยังไม่มีหน่วยงานใดมีการพัฒนางานทางด้านนี้ การพัฒนาการผลิตไฟฟ้าเชิงความร้อนมีความเป็นไปได้ที่จะเป็นทางเลือกใหม่ในการผลิตเป็นพลังงานทดแทนต่อไปในอนาคตข้างหน้า

1.2 ทฤษฎีและกรอบคิดของโครงการวิจัย

ไฟฟ้าเชิงความร้อนถูกค้นพบโดยนักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน ชื่อ T.J. Seebeck เมื่อปี ค.ศ. 1823 โดยพบว่า จะเกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าขึ้นในวงจรที่ประกอบด้วยเส้นลวดที่เชื่อมต่อกันด้วยโลหะที่แตกต่างกัน 2 ชนิด เมื่ออุณหภูมิที่โลหะทั้ง 2 ชนิด แตกต่างกัน ซึ่งเรียกว่าปรากฏการซีเบค และในทศวรรษถัดมา นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส J.C.A. Peltier ก็พบว่าอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ผ่านของแข็งจะสามารถนำความร้อนจากปลายด้านหนึ่งของวัสดุมายังปลายอีกด้านหนึ่งได้ เรียกว่าปรากฏการณ์เพลเทียร์ ซึ่งเป็นการผันกลับของความร้อนเชิงไฟฟ้า ปรากฏการณ์ซีเบคแสดงได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงภาพวงจรไฟฟ้าเชิงความร้อนซึ่งประกอบด้วยลวดตัวนำ A และ B โดยมีอุณหภูมิที่รอยเชื่อมต่อเป็น T_1 และ T_2

การประยุกต์ครั้งแรกสุดของไฟฟ้าเชิงความร้อน (Thermoelectricity , TE) ก็คือการทำหัววัดอุณหภูมิตัวอย่าง เช่น เทอร์โมคัพเบิล (Thermocouple) ทำเป็นรอยเชื่อมอย่างง่ายๆ ของโลหะ 2 ชนิดที่แตกต่างกัน ตามที่กล่าวถึงแล้วว่าภายในอุปกรณ์ไฟฟ้าเชิงความร้อน จะมีการไหลของประจุ ซึ่งสามารถจะพาความร้อนจากด้านหนึ่งของวัสดุไปยังอีกด้านหนึ่งได้ อัตราการไหลของความร้อนต่อกระแสจะเป็นคุณสมบัติเฉพาะของวัสดุที่เรียกว่า สัมประสิทธิ์เพลเทียร์(Peltier coefficient) และจะมีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติภายในตามธรรมชาติ (Intrinsic Property) ที่เรียกว่าสัมประสิทธิ์ซีเบค(Seebeck coefficient) สัมประสิทธิ์ซีเบคและสัมประสิทธิ์เพลเทียร์ จะสามารถทำนายปรากฏการณ์หรือผลทางไฟฟ้าเชิงความร้อนที่เกี่ยวข้องกับความร้อนหรือความเย็นในตัวนำที่เป็นเนื้อเดียวกันโดยตลอด เมื่อกระแสไหลผ่านความยาวของตัวนำจะทำให้เกิดเกรเดียนท์ของอุณหภูมิ ผลทั้งสามอย่างสามารถเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันตามสมการอย่างง่ายดังนี้

$$S = V / T \qquad \text{..... (1)}$$

เมื่อ T เป็น เกรเดียนท์ของอุณหภูมิในของแข็ง

V เป็น ความต่างศักย์ไฟฟ้า ซึ่งมีทิศทางตรงข้ามกับ T

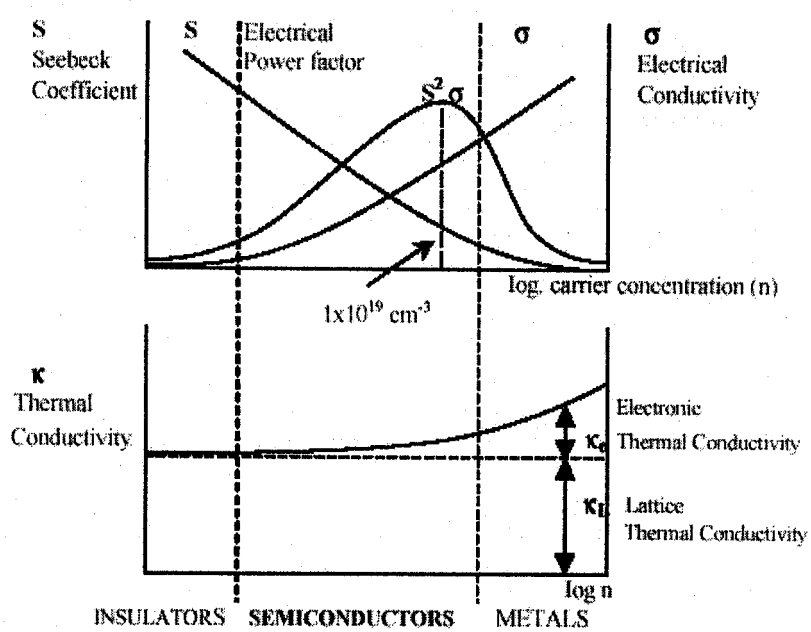
อัตราส่วน V/T จะนิยามว่าเป็น สัมประสิทธิ์ซีเบค (S) ซึ่งสามารถอธิบายได้ในหน่วยโวลต์ต่อองศา หรือไมโครโวลต์ต่อองศา โลหะที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการทำวัสดุไฟฟ้าเชิงความร้อนมีสัมประสิทธิ์ซีเบค สูงสุดในขณะนี้ประมาณ 10 $\mu V / K$ หรือน้อยกว่านั้น จึงจะให้ประสิทธิภาพการผลิตประมาณ 1 % ซึ่งไม่มีผลทางเศรษฐศาสตร์ เช่น ใช้เป็นแหล่งผลิตไฟฟ้า

แต่เพียงพอสำหรับใช้เป็นหัววัดอุณหภูมิโลหะจำพวกที่นำมาสร้างเทอร์โมคัพเปิลจะให้ศักย์ไฟฟ้าประมาณ 10 ไมโครโวลต์ต่อองศาอุณหภูมิ ใช้เป็นตัวควบคุมระบบทำความเย็นและระบบความพร้อมในอุปกรณ์ไฟฟ้าบางอย่าง แต่อย่างไรก็ตามมีเรื่องที่น่าสนใจว่าในช่วงเวลาที่ผ่านมา 2 – 3 ปี มีการพัฒนาสังเคราะห์สารกึ่งตัวนำจะให้สัมประสิทธิ์ซีเบค ประมาณหลายร้อยไมโครโวลต์ และมีประโยชน์อย่างมากในด้านกำลังไฟฟ้า

เพื่อให้เหมาะสมยิ่งขึ้นสามารถกำหนดนิยามของไฟฟ้าเชิงความร้อนในรูปแบบของค่าการนำไฟฟ้าและค่าการนำความร้อนได้ใหม่ดังนี้

$$ZT = TS2\sigma / k \qquad \text{.....(2)}$$

เมื่อ σ และ k เป็นค่าการนำไฟฟ้าและความร้อนตามลำดับ วัสดุเทอร์โมอิเล็กตริกที่ดีจะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์ซีเบค มากเพื่อจะสามารถผลิตค่าศักย์ไฟฟ้าหรือให้ค่าการนำไฟฟ้าได้สูง ซึ่งจะลดค่าการรบกวนเชิงความร้อน (joule heating, I^2R) รวมทั้งค่าการนำความร้อนต่ำ (k) จะทำให้ลดการสูญเสียความร้อนจากรอยเชื่อมต่อของเทอร์โมคัพเปิล ดังนั้นวัสดุเทอร์โมอิเล็กตริกที่ดีที่สุดจะต้องมีคุณสมบัติอยู่ระหว่างโลหะและฉนวนไฟฟ้าตัวอย่างเช่น วัสดุจำพวกสารกึ่งตัวนำ สามารถแสดงสมบัติทางไฟฟ้าเชิงความร้อน จากปรากฏการณ์ซีเบคและปรากฏการณ์เพลเทียร์ ในรูป สัมประสิทธิซีเบค และสภาพการนำความร้อน ของโลหะ สารกึ่งตัวนำ และฉนวนไฟฟ้าได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 : สมบัติทางไฟฟ้าเชิงความร้อน(thermoelectric) ของ โลหะ, สารกึ่งตัวนำ และ ฉนวน

วัสดุเทอร์โมอิเล็กตริกจะเป็นวัสดุสถานะของแข็งไม่มีส่วนใดมีการเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนแปลง ความสามารถในการรวมความเย็นหรือความร้อนจะทำให้เกิดการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ในจำนวนมาก รวมทั้งสามารถประยุกต์ใช้ได้กับเครื่องทำความเย็นในการทำอุปกรณ์จำพวกเทอร์โมอิเล็กตริกคัพเปิล จะต้องประกอบด้วยวัสดุเทอร์โมอิเล็กตริกชนิด n และ p เพื่อที่จะเป็นตัวนำพาประจุลบและประจุบวกในวัสดุ โดยที่ชนิด n สำหรับอิเล็กตรอนและ p สำหรับโฮล

หลักการทำงานของเทอร์โมอิเล็กตริกคัพเปิลก็คือ อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่จากวัสดุชนิด p ไปยังวัสดุชนิด n ผ่านตัวเชื่อมต่อทางไฟฟ้า อิเล็กตรอนจะกระโดดไปยังสถานะพลังงานที่สูงกว่าเพื่อดูดซับพลังงานความร้อนและอย่างต่อเนื่องกันผ่านโครงสร้างแลททิสของวัสดุ อิเล็กตรอนจะไหลจากวัสดุชนิด n ไปยังวัสดุชนิด p ผ่านตัวเชื่อมต่อทางไฟฟ้า ตกไปยังสถานะพลังงานที่ต่ำกว่าแล้วปลดปล่อยพลังงานเช่นความร้อนไปยังอีกด้านหนึ่ง

สำหรับตัวทำความเย็นเทอร์โมอิเล็กตริก (thermoelectric coolers) จะเป็นปั๊มพ์ความร้อนสถานะของแข็งใช้ประโยชน์ในการปรับค่าอุณหภูมิให้คงที่ในวัฏจักรของอุณหภูมิ ซึ่งจะประกอบสารกึ่งตัวนำชนิด n และชนิด p มีลักษณะการทำงานคล้ายคลึงกับวัฏจักร์ Carnot แต่จะใช้สำหรับระบบการทำความเย็น

หลักการของเทอร์โมอิเล็กตริกสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อีกหลายๆ ด้าน เช่น ทำเครื่องกำเนิดความร้อนที่เรียกว่า Thermogenerator (TEG) ซึ่งจะผลิตกระแสไฟฟ้าที่ได้จากการแผ่รังสีความร้อนจากแหล่งอุณหภูมิที่แตกต่างกัน เครื่อง TEG ส่วนใหญ่จะนำมาใช้เกี่ยวกับการสำรวจอวกาศและสามารถใช้กับความร้อนที่ได้จากไอโซโทปของธาตุกัมมันตรังสี นอกจากนี้ยังนำมาใช้กับแหล่งที่ต้องปลดปล่อยหรือสูญเสียพลังงานความร้อนไปโดยเปล่าประโยชน์ได้อีกด้วย

จากการศึกษารายงานการวิจัยที่ผ่านมา วัสดุผลึกเชิงซ้อนของแมกนีเซียม ซิลิไซด์ ที่เตรียมจากเถ้าแกลบและผงแมกนีเซียม โดยการนำไปขึ้นรูปและเผา จากนั้นศึกษาสมบัติบ่งชี้ทางโครงสร้าง ทางไฟฟ้า ทางความร้อน และสมบัติทางเทอร์โมอิเล็กตริก พบว่าที่อุณหภูมิห้อง(30 ^{0}C) สัมประสิทธิ์ซีเบค มีค่าเท่ากับ 565 μV/ K และ สภาพต้านทานทางไฟฟ้า มีค่าเท่ากับ 35 Ω cm. ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวัสดุที่เตรียมได้จากเถ้าแกลบนี้ มีศักยภาพในการนำไปทำเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเทอร์โมอิเล็กตริก และอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำได้ [8]

1.3 วัตถุประสงค์ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของโครงการวิจัย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเตรียมวัสดุเทอร์โมอิเล็กตริกจากเถ้าแกลบ
2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางไฟฟ้า-ความร้อนและโครงสร้างของวัสดุเทอร์โมอิเล็กตริกจากเถ้าแกลบ
3. เพื่อพัฒนาและเพิ่มคุณค่าของวัสดุเหลือทิ้งในท้องถิ่น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. พัฒนาวัสดุเทอร์โมอิเล็กตริกที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า
2. พัฒนาความเข้มแข็งทางวิชาการด้านพลังงานและวัสดุ
3. ได้บทความวิชาการเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ

1.4 ขอบเขตของการดำเนินงานในโครงการวิจัย(เป้าหมายที่โครงการวิจัยจะบรรลุ)

1. ศึกษา ทดลองและเตรียมวัสดุเทอร์โมอิเล็กตริก SiO_2 จากเถ้าแกลบ
2. วัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆ ของวัสดุที่เตรียมได้
3. วัดค่าสัมประสิทธิ์ซีเบคของวัสดุเทอร์โมอิเล็กตริกที่เตรียมจากเถ้าแกลบ

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 วัสดุและสารเคมี

1. แกลบข้าว
2. กะลามะพร้าว
3. Phosphorus oxide (P2O5)
4. Boron oxide (B2O3)
5. Germanium oxide (Ge2O3)
6. Silver paint

2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ถ้วยเผาสาร
2. Alumina crucible
3. Ball mill
4. เตาเผาอุณหภูมิสูง
5. เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น
6. เครื่องอัด hydrolic press
7. X-ray diffraction (XRD)
8. X-ray fluorescent (XRF)
9. Digital multimeter
10. เครื่องวัดสัมประสิทธิ์ Seebeck พร้อมคอมพิวเตอร์ประมวลผล

2.3 การเตรียมวัสดุและวิธีการทดลอง

1. เตรียมเถ้าแกลบที่ให้ปริมาณซิลิกอนไดออกไซด์ที่มีความบริสุทธิ์สูง โดยการแช่และต้มแกลบข้าวในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก กรองและล้างด้วยน้ำสะอาด อบให้แห้งแล้วนำไปเผาในบรรยากาศปกติ จะได้เถ้าแกลบที่มีปริมาณของซิลิกอนไดออกไซด์ที่มีความบริสุทธิ์สูง ความบริสุทธิ์ของซิลิกอนไดออกไซด์ในเถ้าแกลบเปลี่ยนแปลงตามความเข้มข้นของสารละลายกรด ระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการ เตรียมและเผาแกลบ

2. เผากะลามะพร้าวในบรรยากาศปกติ ด้วยอุณหภูมิประมาณ 400-500 องศาเซลเซียส จะได้ถ่านกะลาที่มีปริมาณคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก นำไปบดให้ละเอียด

3. นำเถ้าซิลิกาและถ่านคาร์บอนมาบดผสมกันด้วยอัตราส่วนต่างๆ กัน แล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิต่างๆกัน ในบรรยากาศปกติ

4. วิเคราะห์องค์ประกอบของวัสดุที่เตรียมได้

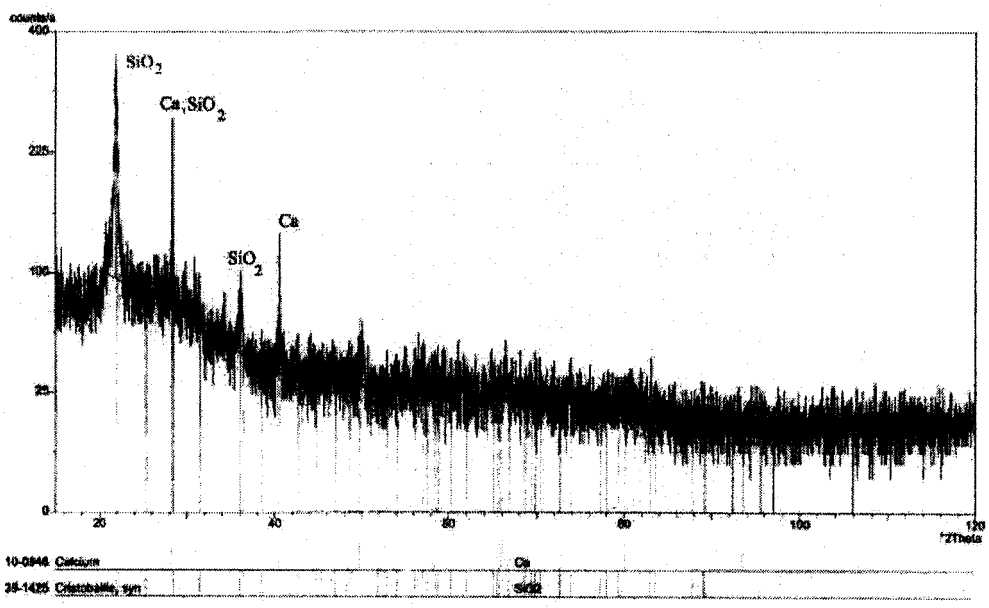
5. เจือด้วยสารออกไซด์ของโลหะ ขึ้นรูปให้เป็นเม็ดนำไปเผาผนึก แล้วนำไปทดสอบสมบัติทางไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิ

6. วัดสัมประสิทธิ์ซีเบค เพื่อหาสมบัติความเป็นเทอร์โมอิเล็กตริกของวัสดุที่เตรียมได้

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง X-ray diffraction (XRD)

ผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง XRD เป็นการศึกษาเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาโครงสร้างของวัสดุที่เตรียมได้ ผลการวิเคราะห์ แสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดง Peak X-ray diffraction วัสดุที่เตรียมได้

จากรูปที่ 3.1 แสดงให้เห็นว่าวัสดุที่เตรียมได้มีโครงสร้างความเป็นผลึก โดยเกิด peak ของซิลิกอนไดออกไซด์ และ peak ของแคลเซียม ตามลำดับ

3.2 ผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง X-ray fluorescent (XRF)

จากการนำวัสดุที่เตรียมได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง XRF องค์ประกอบต่างๆ ของวัสดุแสดงได้ดังตารางที่ 3.1 และ 3.2

ตาราง 3.1 แสดงองค์ประกอบของวัสดุที่เตรียมได้ (รวม background)

Analyte	Calibration status	Compound formula	Concentration (%)	Calculation method
<Rb>	Not Calibrated	Rb2O	0.000	Fixed
<Y>	Not free	Y2O3	0.000	Fixed
Na	Calibrated	Na2O	0.163	Calculate
Mg	Calibrated	MgO	0.211	Calculate
Si	Calibrated	SiO2	58.410	Calculate
P	Calibrated	P2O5	2.995	Calculate
S	Calibrated	SO3	0.665	Calculate
K	Calibrated	K2O	29.895	Calculate
Ca	Calibrated	CaO	3.788	Calculate
Mn	Calibrated	MnO	0.885	Calculate
Fe	Calibrated	Fe2O3	0.797	Calculate
Cl	Calibrated	Cl	2.190	Calculate

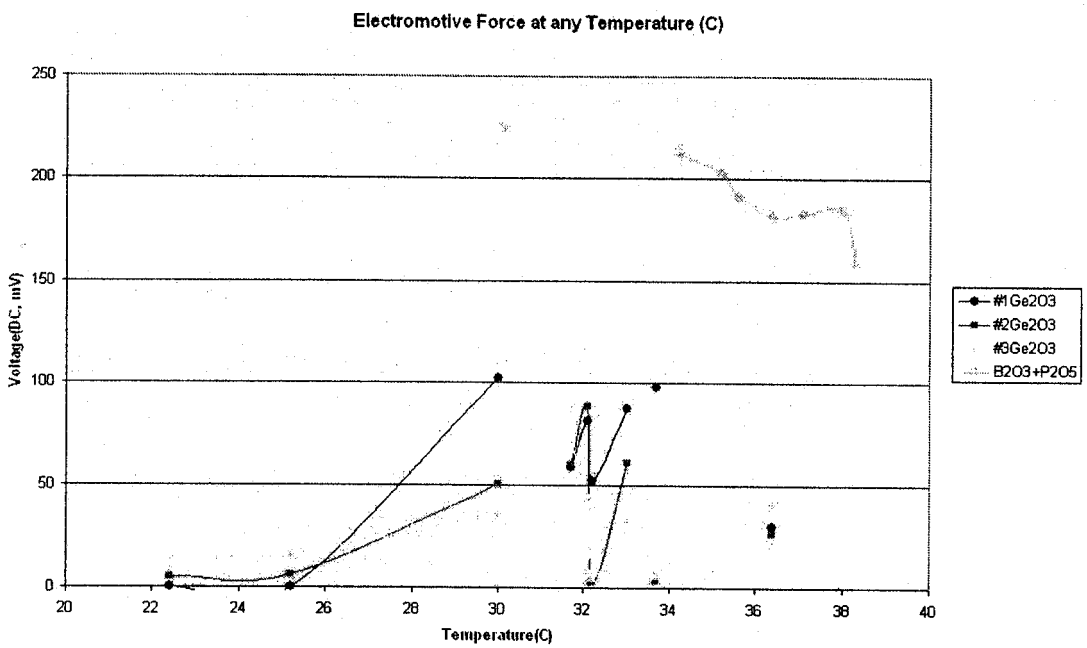
ตาราง 3.2 แสดงองค์ประกอบของวัสดุที่เตรียมได้ (ไม่มี background)

Analyte	Calibration status	Compound formula	Concentration (%)	Calculation method
<Rb>	Not Calibrated	Rb2O	0.000	Fixed
<Y>	Not free	Y2O3	0.000	Fixed
Na	Calibrated	Na2O	0.143	Calculate
Mg	Calibrated	MgO	0.195	Calculate
Si	Calibrated	SiO2	58.919	Calculate
P	Calibrated	P2O5	2.143	Calculate
S	Calibrated	SO3	0.680	Calculate
K	Calibrated	K2O	30.666	Calculate
Ca	Calibrated	CaO	3.365	Calculate
Mn	Calibrated	MnO	0.906	Calculate
Fe	Calibrated	Fe2O3	0.771	Calculate
Cl	Calibrated	Cl	2.212	Calculate

จากตารางที่ 3.1 และ 3.2 แสดงให้เห็นองค์ประกอบของธาตุต่างๆ ที่ประกอบอยู่ในวัสดุที่เตรียมได้ โดยมี ซิลิกอนจากซิลิกอนไดออกไซด์เป็นองค์ประกอบหลัก รองลงมาคือ โปตัสเซียม แคลเซียม คลอรีน ฟอสฟอรัส มังกานีส เหล็ก กำมะถัน แมกนีเซียม และโซเดียม ตามลำดับ

3.3 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางไฟฟ้า

จากการนำเม็ดวัสดุที่เตรียมได้ไปศึกษาสมบัติทางไฟฟ้าโดยการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิ ระหว่าง 22-40 ^{0}C ปรากฏผลแสดงดังรูป 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงผลการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิระหว่าง 22-40 ^{0}C

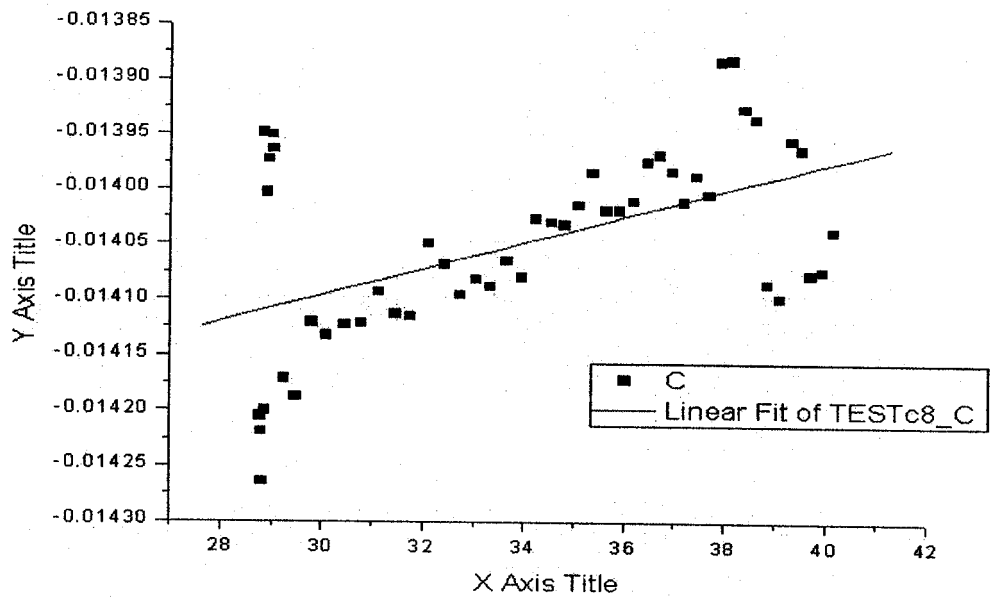
จากรูปที่ 3.2 จะเห็นได้ว่าค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้จากเม็ดวัสดุที่เตรียมจากเถ้าแกลบซึ่งเจือด้วยออกไซด์ของโลหะชนิดต่างๆ จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ

3.4 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเทอร์โมอิเล็กตริก

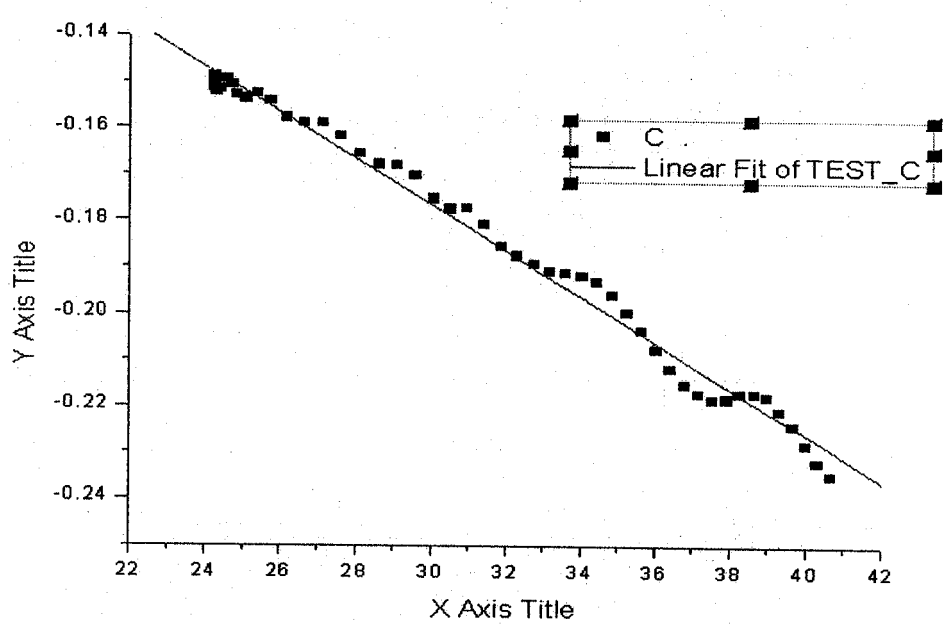
จากการนำวัสดุที่เตรียมได้ ไปวิเคราะห์สมบัติทางเทอร์โมอิเล็กตริก โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ซีเบค จากการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ได้จากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างตำแหน่งของวัสดุ แสดงได้ดังรูปที่ 3.3 – 3.7

จากกราฟที่ได้จากรูปที่ 3.3 – 3.7 แกน X จะแทนอุณหภูมิของ hot probe และ แกน Y จะแทนผลต่างความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างด้านทั้งสองของเม็ดวัสดุ กราฟจะมีลักษณะเป็นเส้นตรง แทนได้ด้วยสมการ $Y = A + (B)X$ เมื่อความชันกราฟ (slope, B) จะหมายถึงสัมประสิทธิ์

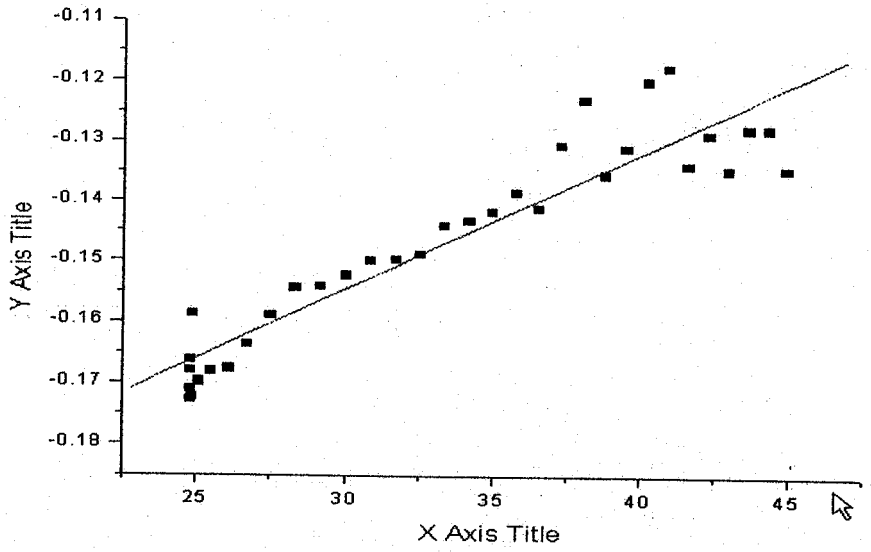
ซีเบค(S) ของวัสดุเทอร์โมอิเล็กตริก การพลอตกราฟและหาค่าความชันของกราฟทำโดยการประมวลผลข้อมูลด้วยระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์



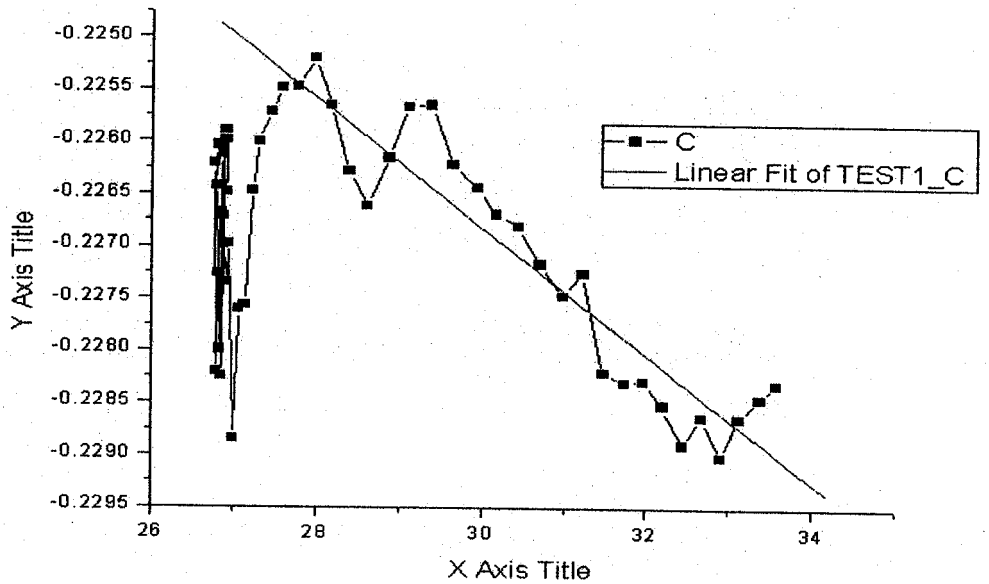
รูปที่3.3 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ซีเบคของวัสดุที่เจือด้วยเจอร์มาเนียมออกไซด์ ค่า S = 19.347 μV/K



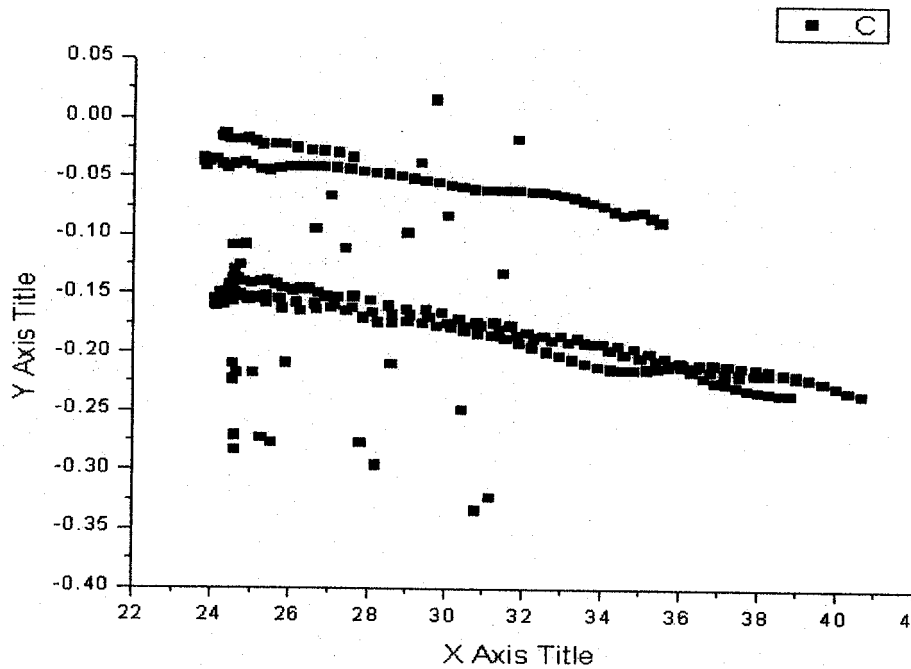
รูปที่3.4 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ซีเบคของวัสดุที่เจือด้วยโบรอนออกไซด์ ค่า S = - 4.96 mV/K



รูปที่3.5 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ซีเบคของวัสดุที่เจือด้วยฟอสฟอรัสออกไซด์ ค่า S = 2.28 mV/K



รูปที่ 3.6 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ซีเบคของวัสดุที่เจือด้วยโบรอนรวมกับฟอสฟอรัสออกไซด์ ค่า S = - 612 μV/K



รูปที่ 3.7 แสดงการแกว่งของค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าของวัสดุที่ด้วยโบรอนออกไซด์รวมกับฟอสฟอรัสออกไซด์ในสัดส่วนที่แตกต่างไปจากเดิม

4. อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

จากผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง XRD และ XRF เราพบว่าโครงสร้างของวัสดุที่เตรียมได้มีโครงสร้างความเป็นผลึก โดยปรากฏ peak ของซิลิกอนไดออกไซด์ และ peak ของแคลเซียม ส่วนธาตุองค์ประกอบอื่นไม่พบ แต่เมื่อนำไปวิเคราะห์เชิงคุณภาพด้วยเครื่อง XRF พบว่ามีธาตุ โปแตสเซียม ฟอสฟอรัส คลอรีน แมงกานีส เหล็ก กำมะถัน แมกนีเซียม และโซเดียม เป็นองค์ประกอบรวมอยู่ด้วย ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่า องค์ประกอบของธาตุเหล่านี้มีโครงสร้างไม่เป็นผลึก หรืออาจมีอยู่ในปริมาณน้อยมากทำให้เครื่อง XRD ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ องค์ประกอบต่างๆเหล่านี้อาจจะมีผลต่อสมบัติด้านอื่นๆ เช่น สมบัติทางไฟฟ้า หรือสมบัติทางเทอร์โมอิเล็กตริกของสารที่เตรียมได้ เป็นต้น

จากการวิเคราะห์สมบัติทางไฟฟ้าของเม็ดวัสดุที่เตรียมได้เทียบกับอุณหภูมิ สามารถวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าได้ และค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้จะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่ออุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงไประหว่าง 22 – 40 ^{0}C วัสดุที่เจือด้วย โบรอนออกไซด์รวมกับฟอสฟอรัสออกไซด์ จะมีค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าวัสดุที่เจือด้วยเจอร์มาเนียมออกไซด์ที่สัดส่วนต่างๆ เพียงอย่างเดียว โดยสำหรับวัสดุที่เจือด้วยโบรอนออกไซด์รวมกับฟอสฟอรัสออกไซด์ ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงสุดที่วัดได้มีค่าประมาณ 220 mV DC. ที่อุณหภูมิ 30 ^{0}C และต่ำสุดประมาณ 4-5 mV DC. สำหรับวัสดุที่เจือด้วยเจอร์มาเนียมออกไซด์ แต่โดยเฉลี่ยแล้ววัสดุที่เจือด้วยเจอร์มาเนียมออกไซด์จะมีค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าประมาณ 40 – 60 mV DC. ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 30 – 34 ^{0}C จากผลการทดลองที่ได้ทำให้คาดได้ว่าเม็ดวัสดุที่เตรียมจากเถ้าแกลบสามารถสร้างความต่างศักย์ไฟฟ้าให้เกิดขึ้นระหว่างด้านของวัสดุได้

จากการวิเคราะห์สมบัติทางเทอร์โมอิเล็กตริกของเม็ดวัสดุที่เตรียมได้ ซึ่งแสดงด้วย กราฟระหว่างแกน X (แทนอุณหภูมิของ hot probe) และแกน Y (แทนผลต่างความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างด้านของเม็ดวัสดุ) โดยที่ค่าความชันของกราฟดังกล่าวจะเป็นค่าสัมประสิทธิ์ซีเบคของวัสดุเทอร์โมอิเล็กตริกที่นำมาวิเคราะห์ จากรูปที่ 3.3 เม็ดวัสดุที่เตรียมจากเถ้าแกลบซึ่งเจือด้วยเจอร์มาเนียมออกไซด์ เมื่อผ่านการประมวลผลด้วยระบบคอมพิวเตอร์ จะมีค่าสัมประสิทธิ์ซีเบค ประมาณ 19.347 μV/K เป็นสารกึ่งตัวนำชนิด p จากรูปที่ 3.4 เม็ดวัสดุที่เตรียมจากเถ้าแกลบซึ่งเจือด้วยโบรอนออกไซด์ เมื่อผ่านการประมวลผลด้วยระบบคอมพิวเตอร์ จะมีค่าสัมสัมประสิทธิ์ซีเบค ประมาณ - 4.96 mV/K เป็นสารกึ่งตัวนำชนิด n จากรูปที่ 3.5 เม็ดวัสดุที่เตรียมจากเถ้าแกลบซึ่งเจือด้วยฟอสฟอรัสออกไซด์ เมื่อผ่านการประมวลผลด้วยระบบคอมพิวเตอร์ จะมีค่าสัมสัมประสิทธิ์ซีเบค ประมาณ 2.28 mV/K เป็นสารกึ่งตัวนำชนิด p จากรูปที่ 3.6 เม็ดวัสดุที่เตรียมจากเถ้าแกลบซึ่งเจือด้วยโบรอนออกไซด์รวมกับฟอสฟอรัสออกไซด์ เมื่อผ่านการประมวลผลด้วยระบบคอมพิวเตอร์ จะมีค่าสัมสัมประสิทธิ์ซีเบค ประมาณ - 612 μV/K เป็นสารกึ่งตัวนำชนิด n สำหรับ

กราฟในรูปที่ 3.7 เป็นเม็ดวัสดุที่เตรียมจากเถ้าแกลบด้วยเจือด้วยโบรอนออกไซด์รวมกับฟอสฟอรัสออกไซด์ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน จะพบว่าค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้มีค่าไม่คงที่ มีการแกว่งของความต่างศักย์ไฟฟ้า ทำให้สัมประสิทธิ์ซีเบคที่วัดได้มีค่าไม่แน่นอน อาจจะเป็นผลเนื่องมาจากความแตกต่างของสารกึ่งตัวนำทั้งสองชนิด

จากผลการทดลองดังกล่าว สามารถสรุป โดยคาดคะเนได้ว่า วัสดุที่เตรียมได้จากเถ้าแกลบเมื่อเจือด้วยออกไซด์ของโลหะ เช่น เจอร์มาเนียมออกไซด์ โบรอนออกไซด์ ฟอสฟอรัสออกไซด์ หรือโบรอนออกไซด์รวมกับฟอสฟอรัสออกไซด์ มีสมบัติเป็นวัสดุเทอร์โมอิเล็กตริก ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้

5. ข้อเสนอแนะ

จากข้อมูลผลการวิจัย จะเห็นได้ว่า มีความเป็นไปได้ในการเตรียมวัสดุเทอร์โมอิเล็กตริกจากเถ้าแกลบ แต่ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้บางข้อมูลของผลการทดลองยังมีค่าไม่คงที่ เนื่องจากค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้ไม่คงที่ มีการแกว่งไปมา หากมีการพัฒนาต่อไปคาดว่าผลของข้อมูลน่าจะดีขึ้น นอกจากนี้เนื่องจากข้อจำกัดของงบประมาณและเวลา ตลอดจนเครื่องมือการทดลอง จึงทำให้ไม่สามารถหาค่าสภาพการนำไฟฟ้าและค่าสภาพการนำความร้อนได้เสร็จสิ้น ซึ่งค่าดังกล่าวจะแสดงให้เห็นประสิทธิภาพของสมบัติทางเทอร์โมอิเล็กตริกได้ดียิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

1. C. Real, M.D. Alcala, and J.M. Criado, Preparation of Silica from Rice Husks, J. Am. Ceram. Soc., 79(8), (1996) 2012-16.

2. L.P. Hunt, J.P. Dismukes, and J.A. Amick, Rice Hulls as a Raw Materials for Producing Silicon, J. Electrochem. Soc. 131(7), (1984) 1683-86.

3. J.A. Amick, Purification of Rice Hulls as a Source of Solar Grade Silicon for Solar Cell, J. Electrochem. Soc. 129(4), (1982) 864-66.

4. T. Nohira, K. Yasuda, and Y. Ito, Pinpoint and Bulk Electrochemical Reduction of Insulating Silicon Dioxide to Silicon, Nature Materials, published online,doi:10.1038/nmat900 (2003).

5. D.A. Broido, and T.L. Reinecke, Thermoelectric Transport in Quantum Well Superlattices, App. Phys. Letts. 26(May26), (1997) 2834-36.

6. G. Mahan, B. Sales, and J. Sharp, Thermoelectric Materials: New Approaches to an Old Problem, Physics Today, March, (1997)42-44.

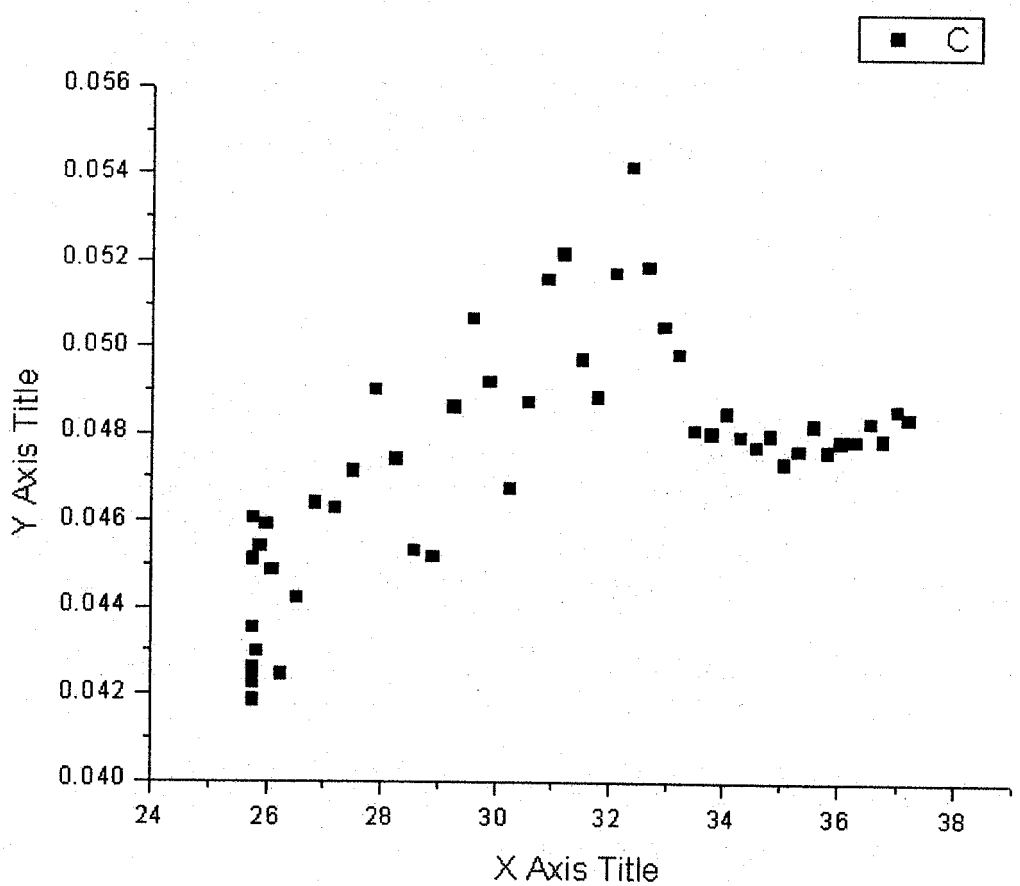
7. T.M. Tritt, Thermoelctrics Run Hot and Cold. Science, 272(May31), (1996) 1276-79.

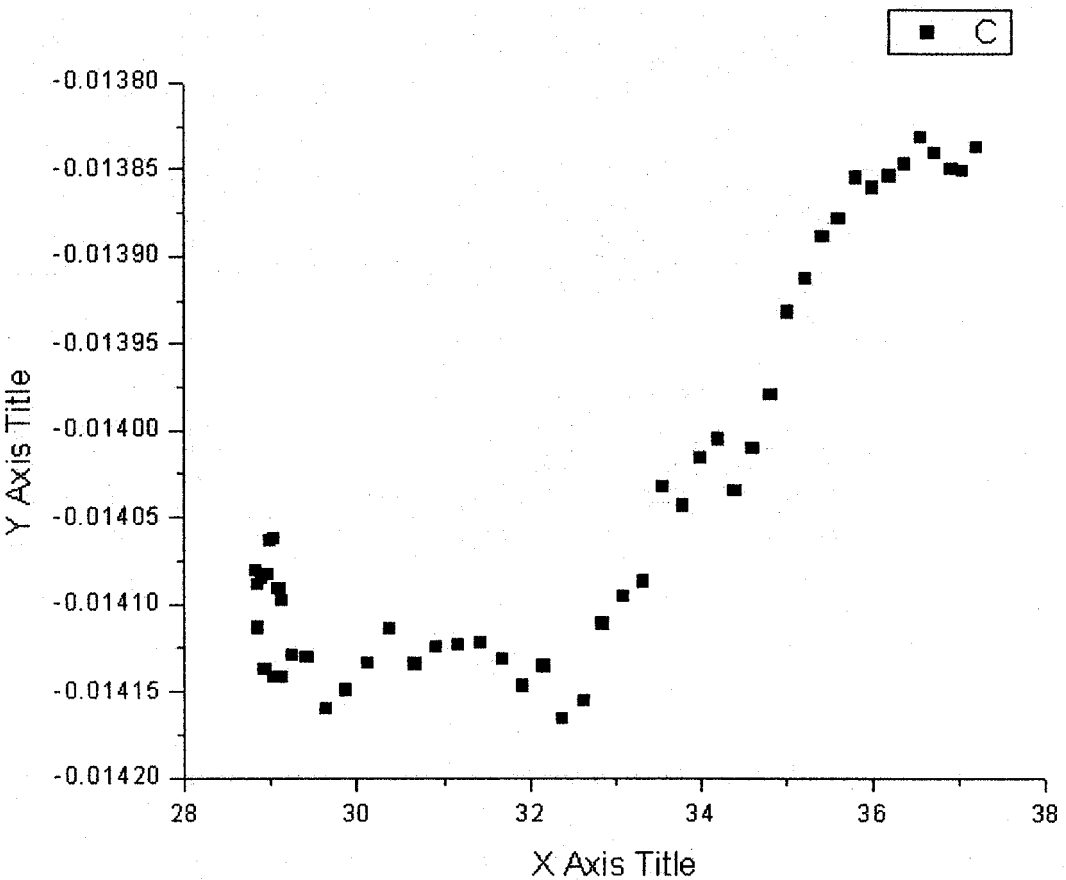
8. S. Bose, H.N. Acharya and H.D. Banerjee, Electrical, thermal, thermoelectric, and related properties of magnesium silicide semiconductor prepared from rice husk ash, J. Mater. Sci., 28(20), (1993) 5461-5468.

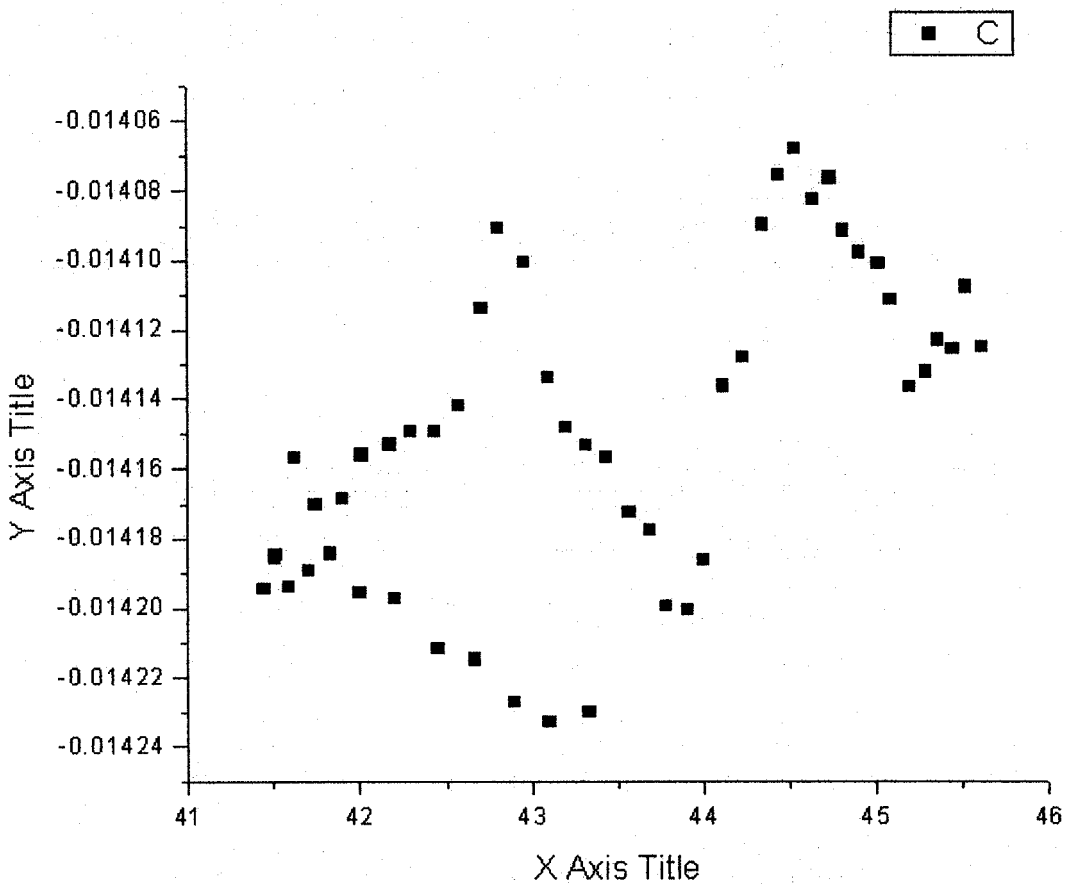
ภาคผนวก

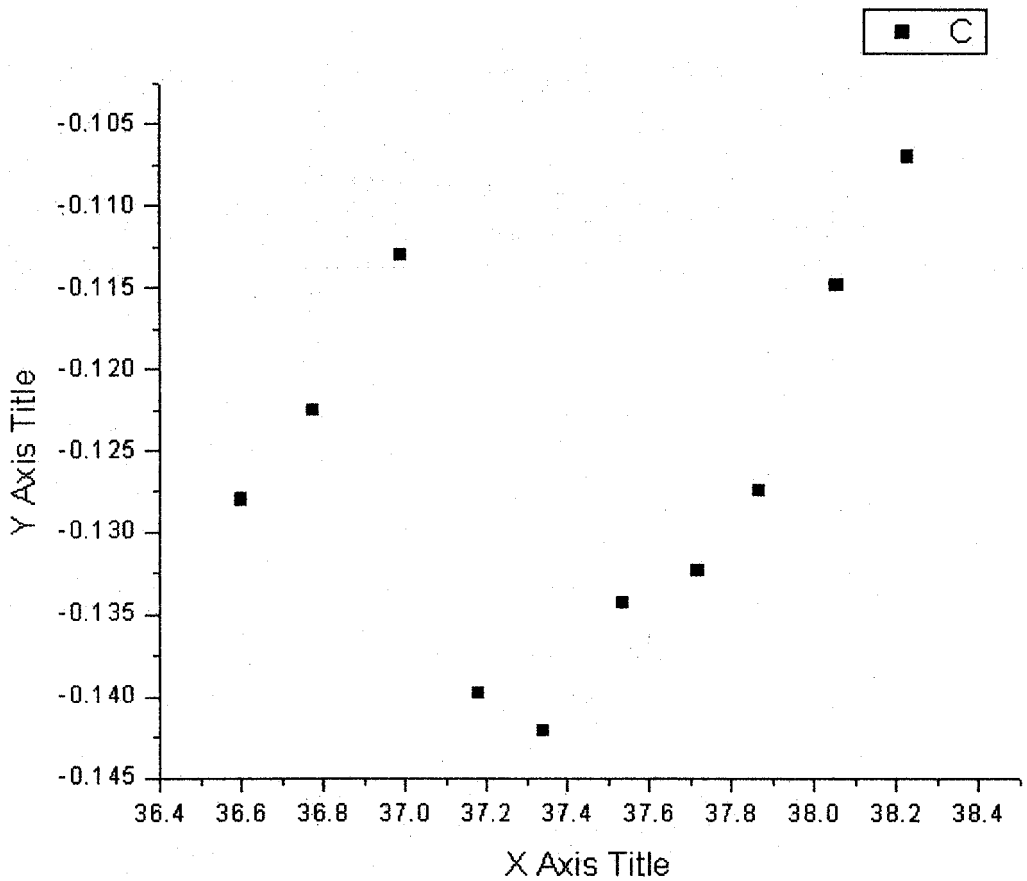
แสดงผลการวิเคราะห์สมบัติทางเทอร์โมอิเล็กตริก

วัสดุที่เตรียมจากเถ้าแกลบซึ่งเจือด้วยออกไซด์ของโลหะที่แตกต่างกันทั้งชนิดและสัดส่วน มีการแกว่งของความต่างศักย์ไฟฟ้า ทำให้ค่าสัมประสิทธซีเบคมีค่าไม่คงที่ แต่ก็ยังมีแนวโน้มของความเป็นวัสดุเทอร์โมอิเล็กตริก แสดงให้เห็นดังกราฟด้านล่าง




C
-0.01380
-0.01385
-0.01390
-0.01395
-0.01400
-0.01405
-0.01410
-0.01415
-0.01420
Y Axis Title
28
30
32
34
36
38
X Axis Title


C
-0.01406
-0.01408
-0.01410
-0.01412
-0.01414
-0.01416
-0.01418
-0.01420
-0.01422
-0.01424
Y Axis Title
41
42
43
44
45
46
X Axis Title


C
-0.105
-0.110
-0.115
-0.120
-0.125
-0.130
-0.135
-0.140
-0.145
Y Axis Title
36.4
36.6
36.8
37.0
37.2
37.4
37.6
37.8
38.0
38.2
38.4
X Axis Title

ประวัตินักวิจัย

ผศ.ดร. ศุภกร ภู่เกิด

Asst. Prof. Dr. Supakorn Pukird

Date of brith : 1 June 1961

Place of brith : Pitsanuloke, Thailand

Nationality : Thai

Marital Status : Married

Address : 27 Jangsanit-19, Maung Distict, Ubon-Ratchathani, Thailand. Tel. 045-281095, 01-2654535.

Office : Department of Physics, Faculty of Science, UbonRatchathani University, UbonRathani, Thailand. Tel./Fax 045-288381

Education

Academic year

1980-1983 Srinakharintharawirote University, Pitsanuloke, Thailand.
Bachelor of Science (Physics)

1986-1988 Chiangmai University, Chiangmai, Thailand.
Master of Science (Teaching Physics)
Topic of M.Sc.research :
"Preparation of Silicon-dioxide from Rice-Husk."

1997-2001 Suranaree University of Technology,
Nakhon Ratchasima, Thailand, Ph.D.Course in Physics,
Topic of Ph.D.thesis :
"Photoemission Study of 3d Transition Metals"

Academic Experience Record

1984-1993 Teacher and education supervisor at the high school in Loi-Et and Ubon-Ratchathani, Thailand

1994-at present Lecturer, Department of Physics,
Faculty of Science, Ubon-Ratchathani University
Ubon-Ratchathani, Thailand.

2003- at present	Assist. Professor
2003-2006	Head of Department of Physics, Faculty of Science, Ubon-Ratchathani University Ubon-Ratchathani, Thailand
2005	Certificate of Internship " Synthesis and Scanning Electron Microscopic Study of ZnO Nanorods and Nanoparticles" Department of Physics, University of Central Florida, USA. March1-April26, 2005.
2005	2005 Annual Joint Symposium, Florida Society for Microscopy, Florida Chapter of AVS, and Applied Surface Analysis 2005. March13-17,2005, University of Central Florida, USA.

Publication

1. Atomic and electronic stuctures of Si(113)1x1-Sb surface : core-level shifts and surface states. K.S.An, C.C. Hwang, Y.K.Kim, E.S.Cho, C.-Y.Park, **S.Pukird**, A.Kakizaki, T.Ohuda, T.Kinoshita, Surface Science 513 (2002) 49-56.
2. Re-investigation of electronic structure and ferromagnetism of non-reconstructed Cr (001) 1x1 surface. N.Nakajima, **S.Pukird**, W.Suraban, T.Saibtoh, A.Kakizaki, Surface Review and Letters, Vol.9, No.2 (2002) 861-864.
3. แสงซินโครตรอน, **ศุภกร ภู่เกิด**, วารสารวิทยาศาสตร์ มศว. ปีที่ 15 ฉบับที่ 1 มกราคม 2542, 43-54.
4. Photoemission Spectroscopy, **ศุภกร ภู่เกิด**, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี, (ฉบับพิเศษ), 16-18 สิงหาคม 2545, 25-33.
5. สมบัติทางฟิสิกส์ของซิลิกาจากแกลบข้าวผสมคาร์บอนจากกะลามะพร้าว, **ศุภกร ภู่เกิด** และคำพวง ตุ้มบุญ, การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย วทท. 28, 24-26 ตุลาคม 2545 ณ ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์, กรุงเทพฯ.
6. Electronic Structure and Magnetism of Cr(001) Surface Investigated by Photoemission Spectroscopy, H. Nakajima, **S. Pukird**, W. Suraban, T. Saito and A. Kakizaki, การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย วทท. 28, 24-26 ตุลาคม 2545 ณ ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์, กรุงเทพฯ.
7. คุณสมบัติทางไฟฟ้าของวัสดุที่เตรียมจากเถ้าแกลบ, **ศุภกร ภู่เกิด** และ อรทัย ทุมทัน,สารประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, ปีที่ 10 ฉบับที่ 177 ประจำเดือนพฤษภาคม, 2546.

8. การเตรียมซิลิกอนไดออกไซด์ที่มีความบริสุทธิ์จากแกลบข้าว, **ศุภกร ภู่เกิด** และ ยุภาพักต์ นีระพจน์, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี, (ฉบับพิเศษ), 18-20 สิงหาคม 2546.
9. สภาพความนำยิ่งยวดของ $Yba_2Cu_3O_7/PrBa_2(Cu_{1-x}M_x)_3O_7$ multilayered thin films, M=Al and Ga, อุดม ทิพราช, **ศุภกร ภู่เกิด**, Tar-Pin Chen, และ John L. Wagner, การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย วทท. 29, 20-22 ตุลาคม 2546 ณ ศูนย์ประชุมอเนกประสงค์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
10. ความต้านทานไฟฟ้าของเซรามิกซ์ที่เตรียมจากเถ้าแกลบ, **ศุภกร ภู่เกิด**, กัลยา หิรัญนวกุลและอุดม ทิพราช, การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย วทท. 29, 20-22 ตุลาคม 2546 ณ ศูนย์ประชุมอเนกประสงค์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
11. อุดม ทิพราช, **ศุภกร ภู่เกิด**, ลัดดา ตระกูลรัมย์, สุปียา กุลนา, และ Tar-Pin Chen,โครงสร้างและสภาพความต้านทานไพฟ้าของ $PrBa_2(Cu_{0.80}Ga_{0.20})_3O_{7\delta}$ การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย วทท. 30, 19-21 ตุลาคม 2547 ณ เมืองทองธานี, กรุงเทพฯ.
12. Surface Energy Bands of p(1x1)Cr(100) and p(1x1)O/Cr(100), H. Nakajima, **S. Pukird**, A. Kakizaki, and T. Ishii , J. Elect. Spectrosc. And Relat. Phenom.,144-147, (2005) 409-412
13. สมบัติเชิงกายภาพและเชิงกลของผ้าไหมไทยที่เคลือบด้วยโลหะ โดยวิธีดีซีสปัตเตอริง, **ศุภกร ภู่เกิด**, สุขอังคณา ชาหยอง, ภิยโย ปัญยารชุน, จตุพล ไกรยบุตร และ อุดม ทิพราช วารสารวิทยาศาสตร์, สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, ปีที่ 59,ฉบับที่ 2 มีนาคม-เมษายน 2548
14. วัสดุนาโน, **ศุภกร ภู่เกิด**, อุดม ทิพราช และทิพวรรณ สายพิณ, วารสารวิชาการ ม.อบ. ปีที่8 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2549.
15. การสังเคราะห์เส้นใยนาโนและแท่งนาโนซิลิกอนออกไซด์โดยการกระตุ้นด้วยคาร์บอน,**ศุภกร ภู่เกิด** และ อุดม ทิพราช, การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย วทท. 31, 18 – 20 ตุลาคม 2548. ณ เทคโนธานี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา.
16. Fabrication and characterizations of Fe:Ni nanoparticles for carbon nanotubes growth, Tippawan Saipin, Udom Tipparach, and **Supakorn Pukird**, Chiang Mai University Journal, V4 No1, November 2005.

17. โครงสร้างและความต้านทานไฟฟ้าของซิลิกอนไดออกไซด์ที่เตรียมจากแกลบข้าว, พัฒนสุข ชำนินอก, **ศุภกร ภู่เกิด**, และสมบัติ สุขเสมอ, การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย วทท. 31, 18 – 20 ตุลาคม 2548. ณ เทคโนธานี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา.

18. วัสดุเทอร์โมอิเล็กตริก, ศุภกร ภู่เกิด และ Bounkong Khamkhoutlavong วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, (ฉบับพิเศษ), 16- 18 สิงหาคม 2548.

19. The Electrical Properties of SiO_2 Ceramics Prepared from Rice Hush Ash, **Supakron Pukird,** Orathai ThumThan and Udom Tipparach, Proceeding of the First Workshop on Utilization of Rice Husk and Rice Husk Silica, September 19, 2005, Faculty of Science, Chulalongkorng University, Thailand.