

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การศึกษาสมบัติทางกายภาพของวัสดุออกไซด์

แหล่งเงิน เงินรายได้ประเภทส่งเสริมนักวิจัย

ประจำปีงบประมาณ 2556 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 50,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2555 ถึง กันยายน 2556

ชื่อ – สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุหน่วยงานต้นสังกัด

หัวหน้าโครงการ ดร.ประธาน บุณศิริ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อสังเคราะห์และศึกษาสมบัติทางเทอร์โมอิเล็กทริกของสารแคลเซียมโคบอลต์ไทด์ (Calcium cobaltite; $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$ หรือ CCO) โดยจะถูกสังเคราะห์ขึ้นด้วยวิธีไมโครเวฟ-คอมบัสชันซึ่งเป็นวิธีที่รวดเร็ว และได้ผลึกในระดับนาโน ซึ่งใช้สารตั้งต้นเป็นแคลเซียมไนเตรตเตตระไฮเดรต ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) กับโคบอลต์ไนเตรตเฮกซะไฮเดรต ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) และ วิธีการปฏิกิริยาของแข็ง (solid state reaction method) จากสารตั้งต้นแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) กับโคบอลต์ออกไซด์ (Co_3O_4) และจะทำการเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของสารที่สังเคราะห์ขึ้นโดยเทคนิคเทอร์โมกราวิเมตริก/ดิฟเฟอเรนเชียลเทอร์มัลอะนาไลซิส (TG/DTA), ผลการตรวจสอบเอกลักษณ์ของผลึกโดยใช้เครื่องอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (Fourier transform infrared spectrometer, FTIR) และเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (XRD) ผลการวิเคราะห์พบว่าสามารถสังเคราะห์เฟสเดียวของผลึก $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$ โดยการเผาแคลไซน์ที่อุณหภูมิ 800°C หลังจากนั้นอัดขึ้นรูปด้วยวิธีอัดแกนเดี่ยว แล้วทำการเผาซินเตอร์อุณหภูมิ 850°C

คำสำคัญ: เทอร์โมอิเล็กทริก; แคลเซียมโคบอลต์, การแคลไซน์

Research Title: The studying of Physical properties of oxide material

Researcher: Prathan Buranasiri (Ph.D)

Faculty: Science Department: Physics

ABSTRACT

This research aims to synthesize and investigate thermoelectric property of Calcium cobaltite ($\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$:CCO). Which is synthesized rapidly and receive nanoscale crystals by combustion-microwave method. Using raw calcium nitrate tetrahydrate ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) with cobalt nitrate hexahydrate ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) and solid state reaction method from procurer are calcium carbonate (CaCO_3) with cobalt oxide (Co_3O_4). And comparing the two methods. Which the physical properties of the samples were characterized by thermogravimetric/differential thermal analysis (TG/DTA), Fourier transform infrared spectrometer (FTIR) and x-ray diffraction (XRD). The single phase of $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$ compound was obtained at the calcined temperature of 750- 950 °C. The polycrystalline bulk samples were compacted by a uniaxial and then sintered.

Keywords: Thermoelectric; $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$; Calcine

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับการทำวิจัยจากแลป Advanced Material Research Unit ภาควิชาเคมี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง นอกจากนี้ การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีสยามพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนเงินรายได้ประเภทส่งเสริมนักวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

ดร. ประธาน บุรณศิริ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ii
กิตติกรรมประกาศ.....	iii
สารบัญ	iv
สารบัญภาพ.....	vii
สารบัญตาราง.....	viii
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 นิยามเทอร์โมอิเล็กทริก (Thermoelectric).....	4
2.2 หลักการของเทอร์โมอิเล็กทริก.....	5
2.3 ค่า Figure of merit ในเทอร์โมอิเล็กทริก.....	7
2.4 สมบัติของเทอร์โมอิเล็กทริก.....	8
2.4.1 ความสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์ซีเบค (Seebeck coefficient).....	8
2.4.2 ความสัมพันธ์ของการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity).....	8
2.4.3 ความสัมพันธ์ของการความร้อน (Thermal conductivity).....	9

2.5	วัสดุเทอร์โมอิเล็กทริก (Thermoelectric oxide materials)	10
2.6	โครงสร้างของแคลเซียมโคบอลไทต์.....	10
2.7	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแคลเซียมโคบอลไทต์.....	11
2.8	กระบวนการเตรียมผงผลึกด้วยวิธีการเผาไหม้ (Combustion method)	16
2.9	กระบวนการเตรียมผงผลึกด้วยวิธีโซลิดสเตท(Solid state reaction method)	19
บทที่ 3	วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	23
3.1	สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย.....	23
3.2	อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	23
3.3	กระบวนการสังเคราะห์ผงผลึกแคลเซียมโคบอลไทต์ด้วยวิธีการเผาไหม้.....	24
3.4	กระบวนการสังเคราะห์ผงผลึกแคลเซียมโคบอลไทต์ด้วยวิธีปฏิกิริยาสถานะของแข็ง.....	25
บทที่ 4	ผลการวิจัย.....	27
4.1	ผลการวิจัยสำหรับการสังเคราะห์แคลเซียมโคบอลไทต์ด้วยวิธีคอมบัสชั่น.....	27
4.1.1	ผลการวิเคราะห์ทางความร้อน (วิธีคอมบัสชั่น).....	27
4.1.2	ผลการตรวจสอบเอกลักษณ์ของผงผลึกเครื่องอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (วิธีคอมบัสชั่น).....	28
4.3	ผลการวิเคราะห์การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์(วิธีคอมบัสชั่น)	32
4.2	ผลการวิจัยสำหรับการสังเคราะห์แคลเซียมโคบอลไทต์ด้วยวิธีปฏิกิริยาของแข็ง.....	36
4.2.1	ผลการวิเคราะห์ทางความร้อน (วิธีปฏิกิริยาของแข็ง)	36
4.2.2	ผลการตรวจสอบเอกลักษณ์ของผงผลึกโดยใช้เครื่องอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี(วิธีปฏิกิริยาของแข็ง)	37
4.2.3	ผลการวิเคราะห์การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (วิธีปฏิกิริยาของแข็ง.....	38
4.3	ผลการตรวจวัดสมบัติทางเทอร์โมอิเล็กทริกส์.....	40
4.3.1	ผลการวัดสัมประสิทธิ์ซีเบค (Seebeck coefficient).....	40
4.3.2	ผลการวัดการนำไฟฟ้า (Electrical resistivity).....	41
4.3.3	ผลการวัดพาวเวอร์แฟกเตอร์ (power factor)	41

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	42
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	42
เอกสารอ้างอิง.....	43
ภาคผนวก.....	44
ภาคผนวก ก สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย.....	45
ประวัตินักวิจัย.....	48

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ความต่างศักย์ซีเบคและการไหลของกระแสไฟฟ้า.....	5
2.2 ความร้อนที่ถูกดูดกลืนหรือลดลงของข้อต่อของ 2 วัสดุที่แตกต่างกัน.....	6
2.3 แสดงการไหลเวียนของความร้อน และกระแสไฟฟ้า.....	7
2.4 แสดงโครงสร้างผลึกของ (ก) NaCoO_2 (NCO) และ (ข) $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$ (CCO).....	11
2.5 แสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของผงผลึก $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$	12
2.6 กราฟแสดง FT-IR ของผงผลึก $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$	12
2.7 ภาพถ่าย EDS ของ $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$ ที่อุณหภูมิเผาแคลไซน์ 800°C / 20h.....	13
2.8 แสดงผลการตรวจสอบสมบัติทางแม่เหล็กของฟิล์มบาง $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$	14
2.9 แสดงภาพถ่าย SEM ของ $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$ เมื่อเผาซินเตอร์ 800°C องศาเซลเซียส ที่สัดส่วนโมล (ก) 0.2 (ข) 0.8 และ (ค) 1.0.....	15
2.10 แสดงผลของอุณหภูมิการเผาซินเตอร์ที่มีผลต่อ.....	15
2.11 เตาไมโครเวฟใช้สำหรับการสังเคราะห์ผลึก.....	19
2.12 แสดงลักษณะของอนุภาคของผงผลึก MgAl_2O_4 ที่ได้จากการสังเคราะห์ผ่านปฏิกิริยาการเผาไหม้(ก) CCS และ (ข) MWCS.....	19
4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ทางความร้อนด้วยวิธีคอมบัสชั่น.....	28
4.2 ภาพแสดงผล FTIR หลังการเตรียมที่อัตราส่วนต่างๆ.....	29
4.3 ภาพแสดงผล FTIR ที่อุณหภูมิ 100°C ที่อัตราส่วนต่างๆ.....	29
4.4 ภาพแสดงผล FTIR ที่อุณหภูมิ 300°C ที่อัตราส่วนต่างๆ.....	30
4.5 ภาพแสดงผล FTIR ที่อุณหภูมิ 500°C ที่อัตราส่วนต่างๆ.....	30
4.6 ภาพแสดงผล FTIR ที่อุณหภูมิ 700°C ที่อัตราส่วนต่างๆ.....	31
4.7 ภาพแสดงผล FTIR ที่อุณหภูมิ 700°C ที่อัตราส่วนต่างๆ.....	31
4.8 ภาพแสดงผล XRD หลังการเตรียมที่อัตราส่วนต่างๆ.....	32

4.9 ภาพแสดงผล XRD ที่อุณหภูมิ 100°C ที่อัตราส่วนต่างๆ.....	33
4.10 ภาพแสดงผล XRD ที่อุณหภูมิ 300°C ที่อัตราส่วนต่างๆ.....	33
4.11 ภาพแสดงผล XRD ที่อุณหภูมิ 500°C ที่อัตราส่วนต่างๆ.....	34
4.12 ภาพแสดงผล XRD ที่อุณหภูมิ 700°C ที่อัตราส่วนต่างๆ.....	34
4.13 ภาพแสดงผล XRD ที่อุณหภูมิ 900°C ที่อัตราส่วนต่างๆ.....	35
4.14 แสดงผลการวิเคราะห์ทางความร้อนด้วยวิธีปฏิกิริยาของแข็ง.....	36
4.15 ภาพแสดงผล FTIR ที่อุณหภูมิต่างๆ.....	37
4.16 ภาพแสดงผล XRD ที่อุณหภูมิต่างๆ (แคลไซน์)	38
4.17 ภาพแสดงผล XRD ที่อุณหภูมิต่างๆ (ซินเตอร์).....	40
4.18 ภาพกราฟแสดงสัมประสิทธิ์ซีเบค.....	40
4.19 ภาพกราฟแสดงการวัดสภาพนำไฟฟ้า.....	41
4.20 ภาพกราฟแสดงการวัดพาวเวอร์แฟกเตอร์.....	41

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงตัวอย่างสารประกอบด้วยออกไซด์ที่สังเคราะห์โดยวิธีการเผาไหม้ระหว่างตัวออกซิไดซ์กับสารเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ.....	17
2.2 แสดงผลของสัดส่วนโมลของไกลซีนและไนเตรท (glycine to nitrate molar ratio) ต่อพื้นที่ผิวของ CeO_2	18
3.1 ตารางแสดงของไนเตรทต่อ ไกลซีน.....	24
3.2 คำนวณปริมาณสารที่ใช้ในการทดลองโดยวิธีปฏิกิริยาของแข็ง.....	25