

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การสังเคราะห์พลังงานเชื้อเพลิงทางเลือกบนตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์(II) Ni(II)
ไฟโรฟอสเฟต ($\text{Cu(II)Ni(II)P}_2\text{O}_7$)

แหล่งเงิน ทุนอุดหนุนการวิจัย ประเภท เงินอุดหนุนทั่วไป / เงินรายได้

ประจำปีงบประมาณ 2556 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 50,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ต.ค. 2555 ถึง 30 ก.ย. 2556

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ นายมนตรี ทองคำ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สจล.

ผู้ร่วมโครงการวิจัย นายบรรจง บุญชม สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน สจล.วิทยาเขต ชุมพร

บทคัดย่อ

งานวิจัย นี้ศึกษาการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์(II) นิกเกิลไฟโรฟอสเฟต เพื่อใช้ในการสังเคราะห์ไดเมทิลอีเทอร์ ตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์(II) นิกเกิลไฟโรฟอสเฟตที่ทำการสังเคราะห์ คือ $\text{Cu}_x\text{Ni}_{1-x}\text{P}_2\text{O}_7$ เมื่อ $x = 0.0, 0.2, 0.4, 0.5, 0.6, 0.8$ และ 1.0 ซึ่งเตรียมด้วยวิธีการเผาไหม้ของแข็ง (Solid State Combustion) จากนั้นนำมาตรวจสอบเอกลักษณ์ โดยวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของสารโดยอาศัย สมบัติทางความร้อนด้วยวิธีเทอร์โมกราวิเมตริก (TGA) การตรวจสอบเอกลักษณ์ทางโครงสร้างของสารด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี (FT-IR) การตรวจสอบ ลักษณะผลึกและออสันฐานของสารโดยอาศัยหลักการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (XRD) และตรวจสอบสัณฐาน และลักษณะพื้นผิวของสารในระดับจุลภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM) จาก การศึกษาพบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมที่ใช้ในการสังเคราะห์โคบอลต์(II) นิกเกิลไฟโรฟอสเฟต คือ 800 องศาเซลเซียส และตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์(II) นิกเกิลไฟโรฟอสเฟตที่เตรียมได้มีโครงสร้างเป็นผลึกทั้งหมด

คำสำคัญ : โลหะไฟโรฟอสเฟต, ไดเมทิลอีเทอร์ และตัวเร่งปฏิกิริยา

Research Title: Synthesis of alternative energy fuel over copper(II) Nickel(II) pyrophosphate catalyst

Researcher: Mr. Montree Thongkam

Co-researcher: Mr. Banjong Boonchom

Faculty: Science

Department: Chemistry

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

ABSTRACT

This research investigates the synthesis of copper nickel pyrophosphate catalysts for synthesis of dimethyl ether (DME). The catalysts $\text{Cu}_x\text{Ni}_{1-x}\text{P}_2\text{O}_7$, when $x = 0.0, 0.2, 0.4, 0.5, 0.6, 0.8$ and 1.0 were prepared by solid state combustion method. The synthesized catalysts were characterized using thermogravimetric analysis (TGA) to determine *changes* in weight in relation to *change* in temperature. Structural synthetic substances are characterized by Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR). The metal pyrophosphate catalysts were checked concerning their crystallinity and phase by X-Ray Diffraction (XRD) and morphologies of all catalysts were observed by scanning electron microscopy (SEM). It was found that the optimum temperature for synthesis of copper nickel pyrophosphate catalysts was 800°C and all of the synthesized catalysts are crystalline.

Keywords : Metal pyrophosphate, Dimethyl ether and Catalyst

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ สาขาวิชาเคมี และเจ้าหน้าที่คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่านที่ให้ความรู้และคำแนะนำต่างๆที่ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอบคุณบุคคลที่ไม่อาจกล่าวชื่อได้สำหรับความปรารถนาดีที่มีให้มาตลอดขอบคุณที่คอยให้ที่พักในยามเหนื่อยล้า เป็นแรงใจที่ดี คอยกระตุ้นให้ทำงานและคำแนะนำที่ช่วยให้ผ่านพ้นเรื่องราวต่างๆมาได้ คอยกดดันให้มีความรับผิดชอบ ความอดทนอดกลั้น และความกล้า เป็นตัวเร่งให้ทุกอย่างผ่านไป ได้ และบุคคลที่คอยโทรมาให้กำลังใจอยู่บ่อยครั้ง ที่เป็นแรงผลักดันให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุนอุดหนุนการวิจัย ประเภทเงินอุดหนุนทั่วไป / เงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2555 ปีงบประมาณที่ได้รับการจัดสรรทุนอุดหนุนการวิจัยโครงการวิจัยนี้สำเร็จตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

นายมนตรี ทองคำ

นายบรรจง บุญชม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ณ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ไดเมทิลอีเทอร์ (DME).....	4
2.1.1 การสังเคราะห์ไดเมทิลอีเทอร์.....	5
2.1.2 การนำไดเมทิลอีเทอร์ไปใช้ประโยชน์.....	8
2.2 การเร่งปฏิกิริยาแบบวิวิธพันธ์ (Heterogeneous Catalytic Reaction).....	9
2.2.1 องค์ประกอบของตัวเร่งปฏิกิริยา.....	10
2.2.2 สารว่องไว.....	10
2.2.3 ตัวรองรับหรือตัวพา.....	11
2.2.4 ขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาในปฏิกิริยาวิวิธพันธ์.....	11
2.3 โลหะฟอสเฟต.....	13
2.4 เทคนิคที่ใช้ในการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยา.....	16
2.4.1 เทคนิคการเตรียมแบบตกตะกอน (Precipitation).....	16
2.4.2 เทคนิคการเตรียมแบบไฮโดรเทอร์มอล (Hydrothermal).....	16
2.4.3 เทคนิคการเตรียมแบบโซล-เจล (Sol-gel).....	17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.4 เทคนิคการเตรียมจากการเผาที่สถานะของแข็ง (Solid State Combustion).....	18
2.4.5 เทคนิคการเตรียมแบบตกตะกอนร่วม (Co-precipitation).....	18
2.4.6 เทคนิคการเตรียมจากคลื่นไมโครเวฟ (Microwave Irradiation).....	20
2.5 เทคนิคการตรวจสอบเอกลักษณ์ของสาร.....	20
2.5.1 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของสารโดยอาศัยสมบัติ ทางความร้อนด้วยวิธีเทอร์โมกราวิเมตริก (TGA).....	20
2.5.2 การตรวจสอบรูปแบบการสั่นของโมเลกุลที่เป็นองค์ประกอบภายใน โครงสร้างด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี (FT-IR).....	22
2.5.3 การตรวจสอบลักษณะผลึกและอสัณฐานของสารโดยอาศัยหลักการ เลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (XRD).....	25
2.5.4 การตรวจสอบสัณฐานและลักษณะพื้นผิวของสารในระดับจุลภาค ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM).....	28
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	30
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	33
3.1 สารเคมี.....	33
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ.....	33
3.3 การสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยา.....	33
3.3.1 การสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ไฟโรฟอสเฟต.....	33
3.3.2 การสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลไฟโรฟอสเฟต.....	34
3.3.3 การสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์นิกเกิลไฟโรฟอสเฟต.....	34
3.4 การตรวจสอบเอกลักษณ์ตัวเร่งปฏิกิริยา.....	35
3.4.1 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของสารโดยอาศัยสมบัติ ทางความร้อนด้วยวิธีเทอร์โมกราวิเมตริก (TGA).....	35
3.4.2 ตรวจสอบรูปแบบการสั่นของโมเลกุลที่เป็นองค์ประกอบภายใน โครงสร้างด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี (FT-IR).....	35

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4.3 ตรวจสอบลักษณะผลึกและออสัณฐานของสาร โดยอาศัยหลักการ เลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (XRD).....	35
3.4.4 ตรวจสอบสัณฐานและลักษณะพื้นผิวของสารในระดับจุลภาค ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM).....	35
บทที่ 4 ผลการวิจัย	37
4.1 ผลการสังเคราะห์ (Synthesis Results).....	37
4.2 ผลการตรวจสอบเอกลักษณ์ของสารด้วยเทคนิคต่างๆ (Charateristic Materials and Identification Method).....	39
4.2.1 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของสาร โดยอาศัยสมบัติ ทางความร้อนด้วยวิธีเทอร์โมกราวิเมตริก (TGA).....	39
4.2.2 ผลการตรวจสอบรูปแบบการสั่นของโมเลกุลที่เป็นองค์ประกอบภายใน โครงสร้างด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี (FT-IR).....	41
4.2.3 ผลการตรวจการสอบลักษณะผลึกและออสัณฐานของสาร โดยอาศัย หลักการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (XRD).....	43
4.2.4 ผลการตรวจสอบสัณฐานและลักษณะพื้นผิวของสารในระดับจุลภาค ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM).....	46
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	49
5.1 สรุปผลการสังเคราะห์ (Synthesis Results).....	49
5.2 สรุปผลการตรวจสอบเอกลักษณ์ของสารด้วยเทคนิคต่างๆ (Charateristic Materials and Identification Method).....	49
5.2.1 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของสาร โดยอาศัยสมบัติ ทางความร้อนด้วยวิธีเทอร์โมกราวิเมตริก (TGA).....	49
5.2.2 ผลการตรวจสอบรูปแบบการสั่นของโมเลกุลที่เป็นองค์ประกอบภายใน โครงสร้างด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี (FT-IR).....	50
5.2.3 ผลการตรวจการสอบลักษณะผลึกและออสัณฐานของสาร โดยอาศัย หลักการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (XRD).....	50

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.2.4 ผลการตรวจสอบสัณฐานและลักษณะพื้นผิวของสารในระดับจุลภาค	
ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM).....	51
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	51
เอกสารอ้างอิง	52
ภาคผนวก	56
ประวัตินักวิจัย	62

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สมบัติทางกายภาพและทางเชื้อเพลิงของไดเมทิลอีเทอร์และเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ	5
4.2 ตารางแสดงน้ำหนักสาร (กรัม) ที่ใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยา คอปเปอร์นิกเกิลไพโรฟอสเฟตที่สัดส่วนโมลต่างๆ	35
4.3 ตารางแสดงสัดส่วนโดยโมลของคอปเปอร์ต่อนิกเกิลที่ใช้เป็นสารตั้งต้น	38
4.4 ตารางแสดงปริมาณและร้อยละผลผลิต (%yield) ของคอปเปอร์นิกเกิลไพโรฟอสเฟต ที่ได้จากการสังเคราะห์โดยวิธีการเผาไหม้ของแข็ง	38
4.5 ตารางแสดงผลการคำนวณแลตทิซพารามิเตอร์และขนาดผลึกของ $\text{Cu}_x\text{Ni}_{1-x}\text{P}_2\text{O}_7$	45
ก.1 ตารางแสดงน้ำหนักสาร (กรัม) ที่ใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์สารต่างๆ	57
ก.2 ตารางแสดงสัดส่วนโดยโมลของคอปเปอร์และนิกเกิลที่ใช้เป็นสารตั้งต้น ในการสังเคราะห์สารต่างๆ	57

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 การสังเคราะห์เมทานอลจากแก๊สสังเคราะห์ที่มีโลหะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา	6
2.2 กระบวนการสังเคราะห์ DME ทางอ้อมโดยผ่านปฏิกิริยาดีไฮเดรชันของเมทานอล	6
2.3 กระบวนการสังเคราะห์ DME ทางตรงจากแก๊สสังเคราะห์	7
2.4 ขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยารวบรวม	12
2.5 โครงสร้างของตัวเร่งปฏิกิริยาโลหะฟอสเฟต	15
2.6 กราฟแสดงการสูญเสียน้ำหนักจากการเกิดปฏิกิริยาของสาร A เป็นสาร B	21
2.7 แผนภาพของเครื่องมือ Thermogravimetric Analysis	22
2.8 ระบบ Michelson Interferometer ใน FT-IR สเปกโตรมิเตอร์	23
2.9 การเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์เกิดจากการกระเจิงและแทรกสอดของรังสี	27
2.10 ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่อง (X-ray Diffractometer)	28
2.11 หลักการทำงานของเครื่อง SEM	29
4.12 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของ $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$ และ $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ในการสังเคราะห์ $\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$	39
4.13 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของ $\text{NiCO}_3 \cdot 2\text{Ni(OH)}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ และ $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ในการสังเคราะห์ $\text{Ni}_2\text{P}_2\text{O}_7$	40
4.14 สเปกตรัม FT-IR ของ $\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ที่สังเคราะห์ด้วยวิธีการเผาไหม้ของแข็ง จาก $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$ และ $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	42
4.15 สเปกตรัม FT-IR ของสาร $\text{Ni}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ที่สังเคราะห์ด้วยวิธีการเผาไหม้ของแข็ง จาก $\text{NiCO}_3 \cdot 2\text{Ni(OH)}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ และ $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	42
4.16 กราฟแสดงการวิเคราะห์ลักษณะผลึกและออสติฐานโดยอาศัยหลักการเลี้ยวเบน ของรังสีเอ็กซ์ (XRD) ของ $\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$ เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน PDF#21-0299	43
4.17 กราฟแสดงการวิเคราะห์ลักษณะผลึกและออสติฐานโดยอาศัยหลักการเลี้ยวเบน ของรังสีเอ็กซ์ (XRD) $\text{Ni}_2\text{P}_2\text{O}_7$ เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน PDF#74-1604	44
4.18 กราฟแสดงการวิเคราะห์ลักษณะผลึกและออสติฐานโดยอาศัยหลักการเลี้ยวเบน ของรังสีเอ็กซ์ (XRD) ของ $\text{Cu}_x\text{Ni}_{1-x}\text{P}_2\text{O}_7$ เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน PDF#48-0562 โดยที่ [A]; $\text{Cu}_{0.2}\text{Ni}_{0.8}\text{P}_2\text{O}_7$, [B]; $\text{Cu}_{0.4}\text{Ni}_{0.6}\text{P}_2\text{O}_7$, [C]; $\text{Cu}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}\text{P}_2\text{O}_7$, [D]; $\text{Cu}_{0.6}\text{Ni}_{0.4}\text{P}_2\text{O}_7$, [E] ; $\text{Cu}_{0.8}\text{Ni}_{0.2}\text{P}_2\text{O}_7$	44

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.19 สัณฐานวิทยา SEM ของ $\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$	46
4.20 สัณฐานวิทยา SEM ของ $\text{Ni}_2\text{P}_2\text{O}_7$	46
4.21 สัณฐานวิทยา SEM ของ $\text{Cu}_{0.8}\text{Ni}_{0.2}\text{P}_2\text{O}_7$	47
4.22 สัณฐานวิทยา SEM ของ $\text{Cu}_{0.6}\text{Ni}_{0.4}\text{P}_2\text{O}_7$	47
4.23 สัณฐานวิทยา SEM ของ $\text{Cu}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}\text{P}_2\text{O}_7$	47
4.24 สัณฐานวิทยา SEM ของ $\text{Cu}_{0.4}\text{Ni}_{0.6}\text{P}_2\text{O}_7$	48
4.25 สัณฐานวิทยา SEM ของ $\text{Cu}_{0.2}\text{Ni}_{0.8}\text{P}_2\text{O}_7$	48