

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการนำของเสียจากอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และนำไปผ่านกระบวนการจัดการ ปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมีให้อยู่ในรูปของ Fe_2O_3 ด้วยวิธีการให้ความร้อน แล้วนำไปใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์วัสดุโครงสร้างเพอรอฟสไกต์ชนิด $\text{LaFeO}_{3\pm\delta}$ ด้วยวิธีการบดผสมเชิงกล เพื่อนำไปประยุกต์ใช้เป็นเซนเซอร์ตรวจจับแก๊สสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1.1 การจัดการของเสียและการเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมีของของเสียอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์

เมื่อตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีของเสียจากอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ พบว่ามี Fe เป็นองค์ประกอบหลัก หลังจากจัดการของเสียด้วยวิธีการล้างด้วยน้ำและใช้แม่เหล็กดูด Fe ออกจากสิ่งเจือปน มีความบริสุทธิ์สูงถึง 98.22% ทำให้ผงเหล็กที่เป็นของเสียจากอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์มีความบริสุทธิ์สูงขึ้น และเมื่อนำไปทดลองเผาแคลไซน์ในช่วงอุณหภูมิที่ศึกษาโดยใช้เครื่อง STA แล้ว พบว่า เมื่อควบคุมระยะเวลาเผา 2 ชั่วโมง ของเสียจากอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์สามารถเปลี่ยนโครงสร้างเป็น Fe_2O_3 ได้อย่างสมบูรณ์ที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นสารตั้งต้นสำหรับนำไปสังเคราะห์เป็นสารประกอบชนิดใหม่ได้

5.1.2 การสังเคราะห์วัสดุโครงสร้างเพอรอฟสไกต์ชนิด $\text{LaFeO}_{3\pm\delta}$ จากของเสียอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์

การนำของเสียจากอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ที่ถูกเปลี่ยนโครงสร้างเป็น Fe_2O_3 ด้วยการให้ความร้อนมาใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์วัสดุโครงสร้างเพอรอฟสไกต์ชนิด $\text{LaFeO}_{3\pm\delta}$ ด้วยวิธีการบดผสมเชิงกล แล้วนำมาเผาแคลไซน์ที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส ใช้เวลาเผา 2 ชั่วโมง ในบรรยากาศออกซิเดชัน เป็นสภาวะที่สามารถทำให้สารตั้งต้นทำปฏิกิริยากันและเกิดเป็นวัฏภาคเดี่ยวของวัสดุโครงสร้างเพอรอฟสไกต์ชนิด $\text{LaFeO}_{3\pm\delta}$ ได้อย่างสมบูรณ์ ในขณะที่เมื่อนำของเสียจากอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ที่ไม่ถูกปรับเปลี่ยนสูตรเคมี (Fe-waste) มาเป็นสารตั้งต้นในการ

สังเคราะห์ จะไม่สามารถเกิดเป็นวัฏภาคเดี่ยวของ $\text{LaFeO}_{3\pm\delta}$ ได้ ถึงแม้ว่าจะใช้เวลาเผาแช่นานถึง 5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส โดยยังคงเหลือวัฏภาคของ Fe_2O_3 และ La_2O_3 ปนอยู่ด้วย

5.1.3 การตรวจสอบสมบัติของวัสดุโครงสร้างเพอโรฟสไกต์ชนิด $\text{LaFeO}_{3\pm\delta}$

พื้นที่ผิวสัมผัสมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้เป็นวัสดุตรวจจับแก๊ส ซึ่งหลังจากการเผาแคลไซน์เพื่อให้ได้วัสดุโครงสร้างเพอโรฟสไกต์ชนิด $\text{LaFeO}_{3\pm\delta}$ และนำมาอัดขึ้นรูป ก่อนที่จะนำไปเผาผนึก ณ อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เมื่อนำไปวิเคราะห์ขนาดอนุภาคและพื้นที่ผิวสัมผัสด้วยเครื่อง BET พบว่า วัสดุโครงสร้างเพอโรฟสไกต์ชนิด $\text{LaFeO}_{3\pm\delta}$ ที่สังเคราะห์จากของเสียจากอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ที่ถูกเปลี่ยนโครงสร้างเป็น Fe_2O_3 มีพื้นที่ผิวสัมผัส $0.52 \text{ m}^2/\text{g}$ ซึ่งใกล้เคียงกับวัสดุโครงสร้างเพอโรฟสไกต์ชนิด $\text{LaFeO}_{3\pm\delta}$ ที่สังเคราะห์จากสารเคมี ในทางกลับกัน วัสดุโครงสร้างเพอโรฟสไกต์ชนิด $\text{LaFeO}_{3\pm\delta}$ ที่สังเคราะห์จาก Fe-waste มีพื้นที่ผิวสัมผัสเพียง $0.03 \text{ m}^2/\text{g}$

5.1.4 การประยุกต์ใช้วัสดุโครงสร้างเพอโรฟสไกต์ชนิด $\text{LaFeO}_{3\pm\delta}$ สำหรับตรวจจับแก๊ส

การวัดประสิทธิภาพการตอบสนองของสัญญาณเซนเซอร์จากสภาพต้านทานไฟฟ้า โดยวิธี 4-Point method โดยการวัดการตรวจจับแก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้ของฟางข้าว โดยใช้อุณหภูมิกระตุ้น 100 150 และ 200 องศาเซลเซียส พบว่าที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส สามารถวัดสัญญาณเซนเซอร์ได้ดีที่สุด ซึ่งวัสดุสังเคราะห์ชนิด $\text{LaFeO}_{3\pm\delta}$ ที่สังเคราะห์จากของเสียจากอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ที่ถูกเปลี่ยนโครงสร้างเป็น Fe_2O_3 สามารถวัดสัญญาณเซนเซอร์ได้ 8.84 และมีระยะเวลาในการตอบสนอง มีเกิน 2 นาที ซึ่งมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับวัสดุสังเคราะห์ชนิด $\text{LaFeO}_{3\pm\delta}$ ที่สังเคราะห์จากสารเคมี ในขณะที่วัสดุโครงสร้างเพอโรฟสไกต์ชนิด $\text{LaFeO}_{3\pm\delta}$ ที่สังเคราะห์จาก Fe-waste สามารถวัดสัญญาณเซนเซอร์ได้ 1.67 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของสัญญาณเซนเซอร์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณพื้นที่ผิวสัมผัสของวัสดุ

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. มีความเป็นไปได้ว่า หากแคลไซน์ $\text{LaFeO}_{3\pm\delta}$ ที่อุณหภูมิในช่วง 900-1100 องศาเซลเซียส แม้จะต้องใช้เวลาในการแคลไซน์นานขึ้น แต่อาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจจับแก๊สได้ เนื่องจากอนุภาคมีโอกาสร่อนน้อยลง ทำให้พื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้น

2. ขั้นตอนการวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าด้วยวิธี 4-Point method ขณะให้ความร้อนควรทำการวัดอุณหภูมิที่ตัวชิ้นงานโดยตรง รองนกว่าค่าความต้านทานจะคงที่ (อย่างน้อย 5-10 นาที) แล้วจึงเริ่มปล่อยแก๊สเข้าไปในระบบ จึงจะทำให้ได้ค่าความต้านทานไฟฟ้าที่แม่นยำและน่าเชื่อถือ

3. ในการทดสอบประสิทธิภาพการตรวจจับแก๊ส ควรทดลองด้วยแก๊สบรรจุถังที่ทราบชนิดแก๊สและความเข้มข้นแน่นอน เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบผลกับงานวิจัยอื่นได้อย่างถูกต้อง