

รูปแบบ บทคัดย่อ (ภาษาไทย)

รหัสโครงการ: TRG5680051

ชื่อโครงการ: ระบบผลิตไฮโดรเจนและก๊าซธรรมชาติสังเคราะห์จากไอน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยวิธีอิเล็กโตรไลซิสและแยกไฮโดรเจนบริสุทธิ์ด้วยเซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซด์ของแข็ง

ชื่อนักวิจัย: ผศ.ดร. กัทรพร คิม

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

E-mail Address : pattaraporn.kim@mahidol.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 2 ปี

วัตถุประสงค์งานวิจัยนี้คือการการผลิตก๊าซสังเคราะห์ (Syngas, H_2+CO) จาก CO_2 และไอน้ำผ่านเซลล์อิเล็กโตรไลซิสแบบออกไซด์ของแข็ง (Solid oxide electrolysis cell, SOEC) ผลงานวิจัยแบ่งเป็นสองส่วนหลัก ได้แก่ 1) พัฒนาความสามารถของเซลล์อิเล็กโตรไลซิสชนิดตัวนำโปรตอน และ 2) พัฒนาการขั้นตอนการขึ้นรูปเซลล์อิเล็กโตรไลซิสดังกล่าว

ในส่วนการศึกษาการพัฒนาความสามารถของเซลล์อิเล็กโตรไลซิสชนิดตัวนำโปรตอน ได้สังเคราะห์ $Ba_{0.6}CeSr_{0.4}O_3$ (BCS) และ $BaCe_{0.6}Zr_{0.4}O_3$ ด้วยวิธีปฏิกิริยาสถานะของแข็ง โดยศึกษาตัวแปรสภาวะการสังเคราะห์ที่เหมาะสมได้แก่ สารตั้งต้นที่ใช้ในการสังเคราะห์ เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการแคลไซน์ (Calcination) ศึกษาผลของตัวแปรดังกล่าวที่มีต่อค่าความบริสุทธิ์ของสาร (%Perovskite) และขนาดผลึก พบว่าสารตั้งต้นในการสังเคราะห์มีผลอย่างมากต่อค่า %Perovskite เมื่อเปลี่ยนสารตั้งต้นจาก $BaCl_2$ เป็น $BaCO_3$ พบว่าค่า % Perovskite สูงขึ้น (BCS 41% เป็น 100% และ BCZ 33% เป็น 55%) อุณหภูมิและเวลาในการแคลไซน์มีผลอย่างมากต่อค่า %Perovskite และขนาดผลึก เมื่อนำวัสดุดังกล่าวไปทดสอบปฏิกิริยา Reverse water gas shift พบว่าพบความสามารถในการเร่งปฏิกิริยา Reverse water gas shift พบว่า ในช่วง $600-750\text{ }^{\circ}C$ CO_2 conversion ของ BCZ มีค่าสูงสุด แต่ในช่วง $750-800\text{ }^{\circ}C$ BCSY และ BCSG จะมีค่า CO_2 conversion ที่สูงกว่า BCZ ผลการศึกษาตัวอย่างผ่านปฏิกิริยา Steam electrolysis ที่อุณหภูมิเดียวกัน BC มีค่าการนำโปรตอนที่สูงกว่า BCSY แต่เมื่อทดสอบค่าความเสถียรทางเคมีในบรรยากาศ CO_2 พบว่า BCSY มีความเสถียรมากกว่า BC การพัฒนาการขั้นตอนการขึ้นรูปเซลล์อิเล็กโตรไลซิส แบ่งย่อยออกเป็นสองส่วน ได้แก่ ส่วนแรก การเพิ่มค่า

ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของเซลล์ด้วยการพัฒนาวิธีการสังเคราะห์โดยใช้คลื่นอัลตราโซนิกร่วมกับการตกตะกอน พบว่าสารที่สังเคราะห์ด้วยวิธีปรับปรุงมีขนาดผลึกลดลงและมีความหนาแน่นสัมพัทธ์เพิ่มจาก 62% เป็น 68% การทดลองในส่วนการพัฒนาวิธีการสังเคราะห์ ผลคือสามารถพัฒนาวิธีการตกตะกอนด้วยอัลตราโซนิก ช่วยลดขนาดผลึกของสารที่ตกตะกอนลงได้ และยังสามารถลดอุณหภูมิในการแคลไซน์สารลงเป็น 900°C เมื่อเทียบกับ Solid state reaction ซึ่งต้องใช้อุณหภูมิในการแคลไซน์อยู่ที่ $1097\text{--}1591^{\circ}\text{C}$

ส่วนที่สอง การเพิ่มค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ของเซลล์ด้วยการใช้สารช่วยเผาผนึก ศึกษาผลของสารช่วยเผาผนึกที่มีต่อการขึ้นรูปเซลล์อิเล็กโตรไลซิสแบบออกไซด์ของแข็ง ทำการเปรียบเทียบชนิด Sintering additive ที่เหมาะสม (1% wt. NiO / Co_2O_3 , / ZnO) ได้ผลความหนาแน่นสัมพัทธ์เท่ากับ 68%, 88%, 97% และ 98% สำหรับ Gd doped BaCeO_3 (BCG) ที่ไม่มีการเติม Sintering additive BCG ที่เติม ZnO BCG ที่เติม NiO และ BCG ที่เติม Co_2O_3 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบผลของการโด๊ป Gd และ Yt ลงในโครงสร้าง BaCeO_3 พบว่า การโด๊ปมีผลต่อความหนาแน่นสัมพัทธ์ของเซลล์เพียงเล็กน้อย ผลการนำสารดังกล่าวไปทดสอบด้วยปฏิกิริยา Reverse water gas shift พบว่า NiO/BCG ให้ค่า %Yield และ CO_2 conversion สูงสุดเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 650°C (ที่ 650°C 35%Yield และ 65% CO_2 conversion) ที่อุณหภูมิ 800°C $\text{Co}_2\text{O}_3\text{/BCG}$ ให้ค่า 60%Yield และ 75% CO_2 conversion โดยค่า %Yield ที่ต่ำในขณะที่ CO_2 conversion สูง ของ NiO/BCG เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นมีสาเหตุมาจาก carbon deposition บนตัวเร่งปฏิกิริยา ยืนยันผลด้วย Temperature program of oxidation (TPO) ผลการศึกษาตัวอย่างผ่านปฏิกิริยา Steam electrolysis พบว่าตัวอย่าง ZnO/BCG จะมีค่าพลังงานก่อกัมมันต์ต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 52.46 kJ/mol

คำหลัก : Solid oxide electrolysis cell; Hydrogen; Syngas; Sintering additive; Ultrasonic assisted precipitation