



ห้องปฏิบัติการแสงสยาม

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

ประสิทธิภาพในการเร่งปฏิกิริยา ของตัวเร่งปฏิกิริยา Re-Ni/CeO_2 สำหรับปฏิกิริยา Water gas shift



กลุ่มนักเคมีจากมหาวิทยาลัยขอนแก่นใช้แสงซินโครตรอนในเทคนิคการวัดการดูดกลืนรังสีเอกซ์ เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ในเซลล์เชื้อเพลิง โดยการศึกษาประสิทธิภาพในการเร่งปฏิกิริยาของตัวเร่งปฏิกิริยาแบบโลหะคู่รีเนียม-นิกเกิล Re-Ni/CeO_2 และศึกษาบทบาทในการช่วยเร่งปฏิกิริยาของรีเนียมด้วย โดยกลุ่มวิจัยพบว่าการเติมโลหะรีเนียมนั้นช่วยทำให้ความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาของตัวเร่งปฏิกิริยาแบบโลหะเดี่ยว Ni/CeO_2 เพิ่มขึ้น และสามารถอธิบายถึงกลไกของการปรับปรุงประสิทธิภาพนี้ได้ ว่าเกิดจากการที่โลหะรีเนียมนั้นเข้าไปดัดแปลงโครงสร้างบางส่วนจากโลหะนิกเกิล นับเป็นอีกหนึ่งตัวอย่างในการใช้แสงซินโครตรอนสำหรับงานค้นคว้าวิจัยด้านพลังงานทางเลือกสำหรับอนาคต



ในกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงสำหรับเซลล์เชื้อเพลิง มักมีคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ปะปนออกมาด้วย ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของเซลล์เชื้อเพลิง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องกำจัดหรือลดปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ลงโดยใช้ปฏิกิริยาเปลี่ยนน้ำเป็นแก๊ส (Water gas shift)

จากการศึกษาปฏิกิริยาหลาย ๆ ชนิด พบว่าตัวเร่งปฏิกิริยาแบบโลหะคู่ชนิดนี้มีความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาเปลี่ยนน้ำเป็นแก๊สได้สูงกว่าตัวเร่งปฏิกิริยาแบบโลหะเดี่ยว งานวิจัยชิ้นนี้จึงสนใจศึกษาตัวเร่งปฏิกิริยาแบบโลหะคู่ Re-Ni/CeO_2 เนื่องจากนิกเกิล (Ni) เป็นโลหะทรานซิชันที่ราคาไม่แพงและหาได้ง่ายกว่าโลหะพวกแพลตตินัม (Pt), พาลลาเดียม (Pd), โรเดียม (Rh), หรือทองคำ (Au) และยังมีความสามารถในการ

เร่งปฏิกิริยาได้อีกด้วย ส่วนโลหะชนิดที่สองที่มักเติมลงไปเป็นโลหะคู่ คือ รีเนียม (Re) เนื่องจากงานวิจัยหลายชิ้นรายงานว่าการเติมโลหะรีเนียมนั้นช่วยเพิ่มความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาได้มาก แต่ก็ยังไม่มีข้อสรุปที่แน่นอนว่ารีเนียมมีบทบาทอย่างไรในการช่วยเร่งปฏิกิริยา ดังนั้น ในงานวิจัยชิ้นนี้นอกจากจะศึกษาประสิทธิภาพในการเร่งปฏิกิริยาของตัวเร่งปฏิกิริยา Re-Ni/CeO_2 แล้ว ยังสนใจศึกษาถึงบทบาทในการช่วยเร่งปฏิกิริยาของรีเนียมด้วย โดยเทคนิคสำคัญที่นำมาใช้ในการศึกษา คือ เทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์ (X-ray Absorption Spectroscopy หรือ XAS) โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วง X-ray Absorption Near-Edge Structure (XANES) ณ ระบบลำแสงที่ 8 ของห้องปฏิบัติการ



งานวิจัยด้านพลังงาน

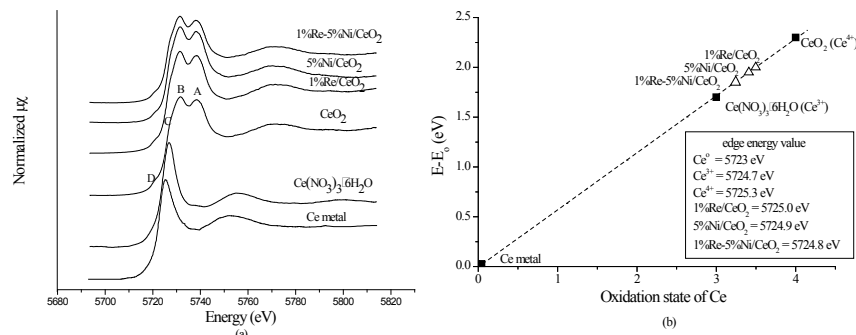


ห้องปฏิบัติการแสงสยาม

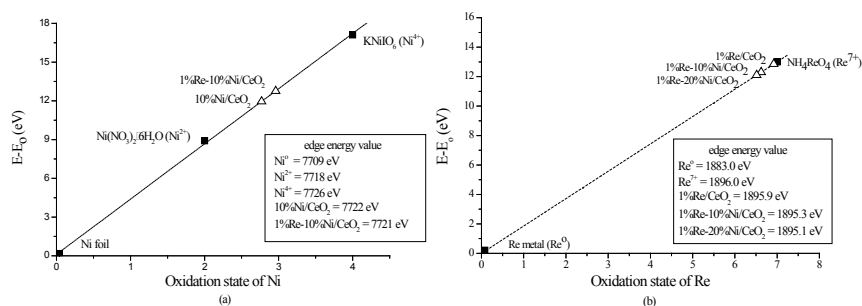
สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

แสงสยาม สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ซึ่งเป็นเทคนิคให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์เกี่ยวกับโครงสร้างทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic structure) ของสารตัวอย่าง

จากการศึกษาตัวเร่งปฏิกิริยาแบบโลหะคู่ Re-Ni/CeO₂ สำหรับปฏิกิริยาเปลี่ยนน้ำเป็นแก๊ส พบว่ามีอัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยาสูงกว่าตัวเร่งปฏิกิริยาแบบโลหะเดี่ยว Ni/CeO₂ ซึ่งริเนียมมีบทบาทในการช่วยเร่งปฏิกิริยาการเกิดการรีดักชันของอะตอมซีเรียม Ce⁴⁺ ที่พื้นผิวได้มากขึ้น และช่วยให้ริเนียมดึงอิเล็กตรอนบางส่วนจากนิกเกิล ทำให้ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในชั้นพลังงาน d (d-orbital) ของนิกเกิลลดลง ส่งผลให้การดูดซับของคาร์บอนมอนอกไซด์ลงบนนิกเกิลเกิดได้ง่ายขึ้น และจากผลทั้งหมดนี้จึงทำให้อัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนน้ำเป็นแก๊ส ของตัวเร่งปฏิกิริยาแบบโลหะคู่ Re-Ni/CeO₂ สูงขึ้น



รูปที่ 1 (a) แสดงสเปกตรัม XANES ของ Ce L₃ absorption edge ของโลหะซีเรียม (Ce⁰), Ce(NO₃)₃·6H₂O (Ce³⁺), CeO₂ (Ce⁴⁺), 1%Re/CeO₂, 5%Ni/CeO₂ และ 1%Re-5%Ni/CeO₂ (b) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าผลต่างของขอบการดูดกลืนของสารประกอบซีเรียมและเลขออกซิเดชัน ซีเรียมที่คือ Ce⁰, Ce(NO₃)₃·6H₂O (Ce³⁺) และ CeO₂ (Ce⁴⁺) สามเหลี่ยมเปิด คือ 1%Re/CeO₂, 5%Ni/CeO₂ และ 1%Re-5%Ni/CeO₂



รูปที่ 2 (a) แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าผลต่างของขอบการดูดกลืนของสารประกอบนิกเกิลและเลขออกซิเดชัน ซีเรียมที่คือ Ni foil (Ni⁰), Ni(NO₃)₂·6H₂O (Ni²⁺), KNiO₃ (Ni⁴⁺) สามเหลี่ยมเปิด คือ 10%Ni/CeO₂ และ 1%Re-10%Ni/CeO₂ (b) แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าผลต่างของขอบการดูดกลืนของสารประกอบริเนียมและเลขออกซิเดชัน ซีเรียมที่คือ Re powder (Re⁰) และ NH₄ReO₄ (Re⁷⁺) สามเหลี่ยมเปิด คือ 1%Re/CeO₂, 1%Re-10%Ni/CeO₂ และ 1%Re-20%Ni/CeO₂

นางสาวกิงแก้ว ฉายากุล รศ. ดร. สุนันtha เสงี่ยม และ ผศ. ดร. ทิพาภรณ์ ศรีธีรัตน์
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

Kingkaew Chayakul, Tipaporn Srithanratana, Sunantha Hengrasmee, Catalysis Today **175**, 420-429 (2011).

