175117

เสาวรส สังสุทธิวงศา 2549: การสังเคราะห์เยื่อแผ่นเชิงประกอบแนฟฟิออน/ซีโอไลต์สำหรับเซลล์เชื้อเพลิง ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเคมี) สาขาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี ประธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ไพศาล คงคาฉุยฉาย, Ph.D. 114 หน้า
ISBN 974-16-1025-4

การสังเคราะห์เยื่อแผ่นเชิงประกอบแนฟฟิออน/ซีโอไลต์สำหรับเซลล์เชื้อเพลิง ซึ่งใช้ซีโอไลต์เป็นตัวเติมในสารละลายแนฟฟิออน 117 โดยซีโอไลต์ที่ใช้มีอยู่ 3 ชนิด คือ ชนิด ZSM-5, Mordenite และ Sodalite Octahydrate สังเคราะห์โดยใช้ดินขาวและเถ้าแกลบเป็นวัตถุดิบด้วยกระบวนการไฮโดรเทอร์มัล ซึ่งก่อนนำไปใช้ซีโอไลต์ถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปโปรตอนโดยการแลกเปลี่ยนไอออนกับแอมโมเนียมไนเตรต โดยอัตราส่วนของซีโอไลต์ที่ใช้ในการเตรียมเยื่อแผ่นคือ 5, 10 และ 15% โดยน้ำหนัก เฉพาะเยื่อแผ่นที่ผสม ZSM-5 เตรียมที่อัตราส่วน 5, 10, 15, 25, 35 และ 45% โดยน้ำหนัก เมื่อวิเคราะห์สมบัติต่าง ๆ พบว่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนของเยื่อแผ่นเชิงประกอบมีค่าอยู่ในช่วง 1.2-1.6 ซึ่งค่าที่ได้ไม่แตกต่างกันมากในแต่ละชนิด ค่าการดูดซับน้ำมีค่ามากขึ้นเมื่อเติมซีโอไลต์มากขึ้นโดยเยื่อแผ่นที่ผสม Mordenite ที่ 15% มีค่าการดูดซับน้ำสูงสุดเท่ากับ 86.66% ส่วนค่าการซึมผ่านของก๊าซไฮโดรเจนที่อุณหภูมิห้องของเยื่อแผ่นเชิงประกอบมีค่าต่ำกว่าเยื่อแผ่นแนฟฟิออนและที่อุณหภูมิสูงขึ้นค่าการซึมผ่านของก๊าซไฮโดรเจนมีค่าสูงขึ้นด้วย สำหรับค่าการนำโปรตอนที่อุณหภูมิห้องภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ 99.9% พบว่าเยื่อแผ่นที่เติมซีโอไลต์ชนิด ZSM-5 (1 atm) มีค่าการนำโปรตอนดีที่สุดและมีค่าสูงกว่าเยื่อแผ่นแนฟฟิออนที่ไม่ได้เติมซีโอไลต์ (0.098 S/cm) โดยมีค่ามากที่สุดที่อัตราส่วน 25% ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.173 S/cm และเมื่อทำการทดสอบที่อุณหภูมิระหว่าง 30°C ถึง 100°C พบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นค่าการนำโปรตอนจะสูงขึ้นจนมีค่ามากที่สุดที่อุณหภูมิระหว่าง 85-90°C หลังจากนั้นมีค่าก็ลดลง โดยเยื่อแผ่นแนฟฟิออนที่ไม่ได้เติมซีโอไลต์จะมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วจาก 0.179 S/cm ที่ 90 ° C เป็น 0.056 S/cm ที่ 100 ° C ขณะที่เยื่อแผ่นที่ผสม ZSM-5 (1 atm) และ Mordenite มีค่า 0.243 S/cm และ 0.185 S/cm ที่ 90 ° C ลดลงเป็น 0.199 S/cm และ 0.152 S/cm ที่ 100 ° C ซึ่งเยื่อแผ่นที่ผสม ZSM-5 (5 atm) มีค่ามากสุดเท่ากับ 0.408 S/cm ที่ 85 ° C แล้วลดลงเป็น 0.199 S/cm ที่ 100 ° C โดยเยื่อแผ่นที่ผสม Sodalite Octahydrate มีค่าการนำโปรตอนต่ำที่สุดและค่าจะลดลงเร็วกว่าชนิดอื่นๆ คือ 0.090 S/cm ที่ 70° C และลดเหลือ 0.013 S/cm ที่ 100 ° C จากผลที่ได้แสดงว่าที่อุณหภูมิสูงขึ้นเยื่อแผ่นแนฟฟิออนที่ผสมซีโอไลต์จะรักษาค่าการนำโปรตอนได้ดีกว่าเยื่อแผ่นที่ไม่ผสมซีโอไลต์

The objective of this thesis was to synthesize nafion/zeolite composite membrane for fuel cell by adding zeolite into nafion 117 polymer solution in order to improve the performance at high temperature. Three kinds of zeolites, ZSM-5, mordenite and sodalite octahydrate, were selected. They were synthesized by a hydrothermal process using china clay and rice husk ash as raw materials. The composite nafion/zeolite membranes were fabricated by adding zeolite into nafion with the amount of 5, 10 and 15 % weight. However, only for nafion/ZSM-5 the amount up to 45 % weight was added. The obtained composite membranes were evaluated the following properties: zeolite particle distribution, ion exchange capacity, water uptake, hydrogen permeation, and proton conductivity. The results showed that zeolite particle was distributed uniformly when was added with amount up to 10 %. Above 10 % it started to agglomerate. Its ion exchange capacity was in the range of 1.2-1.6 and it was not related directly to added zeolite type and amount. While its water uptake was increased with increasing amount of zeolite added. Among the fabricated membranes, nafion/mordenite (15 %) showed the highest water uptake at 86.66 %. For hydrogen permeation all composite membranes exhibited lower values than that of nafion membrane. At room temperature and 99.9 % relative humidity nafion/ZSM-5 (25 %) yielded the highest proton conductivity of 0.173 S/cm that was 1.8 times of that of nafion membrane. At elevated temperature of 30-100 °C the proton conductivity of each membrane was increased and reached the maximum value at 85-90 °C, then it dropped drastically especially nafion membrane (from 0.179 S/cm at 90° C to 0.056 S/cm at 100 °C). For nafion/ ZSM-5 and nafion/mordenite the conductivities were dropped from 0.243 S/cm and 0.185 S/cm at 90 °C to 0.199 S/cm and 0.152 S/cm at 100 °C, respectively. The nafion/sodalite octahydrate revealed the lowest proton conductivity of 0.090 S/cm at 70 °C and 0.013 S/cm at 100 °C. Conclusively, the nafion membrane can be improved its properties especially proton conductivity by adding selected zeolites.