

248947

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



248947

MRG4780089 ผศ.ดร.นันทิยา หาญศุภลักษณ์



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ: การพัฒนาเมมเบรนพอลิเมอร์ที่นำโปรตอนได้ในช่วงอุณหภูมิขนาด
กลางของเซลล์เชื้อเพลิง: (I) ศึกษาความแข็งแรงเชิงกล

โดย: น.ส. นันทิยา หาญศุภลักษณ์ และคณะ

กรกฎาคม 2553

600 253929

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



248947



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ: การพัฒนาเมมเบรนพอลิเมอร์ที่นำโปรตอนได้ในช่วงอุณหภูมิขนาด
กลางของเซลล์เชื้อเพลิง: (I) ศึกษาความแข็งแรงเชิงกล

โดย: น.ส. นันทิยา หาญสุกัลลักษณ์ และคณะ

กรกฎาคม 2553



600253529

248947

สัญญาเลขที่ MRG4780089

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ: การพัฒนาเมมเบรนพอลิเมอร์ที่นำโปรตอนได้ในช่วงอุณหภูมิขนาด
กลางของเซลล์เชื้อเพลิง: (I) ศึกษาความแข็งแรงเชิงกล

คณะผู้วิจัย

สังกัด

1. ผศ.ดร. นันทิยา หาญสุภลักษณ์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ศ.ดร.รัตนา จิระรัตนานนท์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและ
สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. และ สกอ. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจากหน่วยงานต่อไปนี้สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์โดยให้ความช่วยเหลือผ่านโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิศวกรรมเคมี(ADB) ซึ่งรู้จักในปัจจุบันคือ ศูนย์ความเป็นเลิศแห่งชาติด้านปิโตรเลียม ปิโตรเคมีและวัสดุขั้นสูง สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: MRG4780089

ชื่อโครงการ: การพัฒนาเมมเบรนพอลิเมอร์ที่นำโปรตอนได้ในช่วงอุณหภูมิขนาดกลางของเซลล์เชื้อเพลิง: (I) ศึกษาความแข็งแรงเชิงกล

ชื่อนักวิจัย:

1. ผศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ศ.ดร.รัตนา จิระรัตนานนท์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

Email address: fengnyh@ku.ac.th (ผศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์)

ระยะเวลาโครงการ: 6 ปี 1 เดือน (1 กรกฎาคม 2547 – 31 กรกฎาคม 2553)

248947

งานวิจัยนี้ศึกษาการปรับปรุงพอลิเมอร์ชนิดพอลิอีนอีเธอร์ซัลโฟนให้มีหมู่ที่แลกเปลี่ยนโปรตอนได้ ด้วยการทำปฏิกิริยาซัลโฟเนชัน และศึกษาอิทธิพลของ ซีเอสเอ็ม ไฟร์ที่ผสมกับพอลิเมอร์ดังกล่าวที่มีต่อความแข็งแรงเชิงกลของแผ่นเมมเบรนที่ผ่านการบ่ม 3 ชั่วโมงที่อุณหภูมิต่างๆ (ห้อง 80 100 และ 120 องศาเซลเซียส) ที่ความชื้นสัมพัทธ์คงที่ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยได้ทำการวิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีด้วยเครื่องเอฟทีไออาร์และเอ็นเอ็มอาร์ และวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ เช่นความสามารถในการนำโปรตอน ค่าการอุ้มน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้ได้วิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคด้วยเครื่อง SEM ผลการทดลองพบว่าได้พอลิเมอร์ที่มีค่าดีกรีของการซัลโฟเนชันเป็น 8 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าไม่เปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือละลายเมื่อแช่ในน้ำหรือสัมผัสกับความชื้นที่อุณหภูมิสูง การกระจายตัวของซีไอไลต์ ในพอลิเมอร์ ดีเมื่อมีปริมาณซีไอไลต์ต่ำกว่า 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก นอกจากนี้ค่าการดูดซับน้ำ ค่าการนำโปรตอน และค่าการแลกเปลี่ยนประจุแปรผันตามกับปริมาณพอลิเมอร์ที่มีในเมมเบรนผสม เนื่องจากค่าการนำโปรตอนที่ได้ของเมมเบรนผสมที่มีซีไอไลต์ผสมตั้งแต่ 0 -20 เปอร์เซ็นต์นี้เมื่อเทียบกับแนฟฟิออน 117 ที่อุณหภูมิห้องและความชื้นสัมพัทธ์ 99.9% มีค่า $0.007 - 0.01 \text{ S/cm}$ ซึ่งต่ำกว่าแต่ก็ให้ผลใกล้เคียงกับค่าที่ยอมรับได้ที่ 0.01 ซีเมนต์ต่อเซนติเมตร จึงเหมาะสมที่จะนำไปพัฒนาใช้เป็นแผ่นเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอนในเซลล์เชื้อเพลิง การเพิ่มปริมาณซีไอไลต์ในเมมเบรนผสมจะลดการทนแรงดึง แต่เพิ่มค่า Young's modulus ของเมมเบรนผสมที่ทุกอุณหภูมิบ่มนี้ นอกจากนี้พอลิเมอร์ที่ผ่านซัลโฟเนชัน จะมีการทนแรงดึงได้ต่ำลง แต่การบ่มจะสามารถช่วยเพิ่มค่าดังกล่าวได้ อย่างไรก็ตามวิธีการเดิมหมู่ซัลโฟเนตให้แก่พอลิเมอร์ชนิดนี้ควรมีการควบคุมที่ดีกว่านี้เพื่อสามารถควบคุมจำนวนหมู่ที่นำโปรตอนได้ดีกว่านี้

คำหลัก: เซลล์เชื้อเพลิง; พอลิอีนอีเธอร์ซัลโฟน; ซัลโฟเนชัน

Abstract

Project Code: MRG4780089

Project Title: Development and characterization of polymeric proton conducting membranes for medium temperature fuel cells: (I) Study of mechanical strength

Investigators:

1. Asst. Prof. Dr. Nanthiya Hansupalak Chemical Engineering Department,
Faculty of Engineering, Kasetsart University
2. Prof. Dr. Ratana Jiraratananon Chemical Engineering Department, Faculty of
Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi

Email address: fengnyh@ku.ac.th (ผศ.ดร. นันธิยา หาญสกุลลักษณ์)

Project Period: 6 years 1 month (1 July 2004 – 31 July 2010)

248947

The work focused on sulfonation of poly(arylene ether sulfone) based biphenol and characterization using FTIR, NMR, and SEM, including ion-exchange capacity, water uptake, and proton conductivity. In addition, effect of ZSM-5 in the composite membranes aged for 3 hours at 4 different temperatures (room temperature, 80, 100, and 120 C) and a constant relative humidity of 100 percent on mechanical strength was also investigated. It was found that sulfonated polymers did not deform or dissolve in water or when in contact with steam. Good distribution of ZSM-5 in the composite membranes could be obtained when there was less than 15% ZSM-5 in the membranes. Water uptake, proton conductivity, and ion-exchange capacity were proportional to the amount of sulfonated polymers in the membrane. The Proton conductivities of the composite membranes containing 0 – 20 % ZSM-5 were in the range of 0.007 – 0.01 S/cm which was lower than nafion-117 Nafion. As the acceptable value of the conductivity for regular proton-exchange membranes is about 0.01 S/cm, our composite membranes may have potential of being used in the proton-exchange membrane fuel cell. For aged membranes at all four different temperatures at a fixed relative humidity of 100%, increasing ZSM-5 reduced their tensile strength, and enhanced Young's moduli. Furthermore, sulfonated polymers had lower tensile strengths. However, the temperature-aging could improve the property.

Keywords: Fuel cell; poly(arylene ether sulfone); Sulfonation

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	1
บทคัดย่อไทย	2
บทคัดย่ออังกฤษ	3
สารบัญภาพ	5
สารบัญตาราง	6
บทที่ 1 บทนำ	7
บทที่ 2 วิธีการทดลอง	8
บทที่ 3 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	10
บทที่ 4 สรุปและข้อเสนอแนะ	23
หนังสืออ้างอิง	24
Output	26
ภาคผนวก	27

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 กราฟ FTIR ของซัลโฟเนตีดมोनอเมอร์(SDCDPS) และซัลโฟเนตีดพอลิเมอร์ที่ได้จากวิธีการสังเคราะห์ที่ 1 (SPPSU-1)	11
ภาพที่ 2 กราฟ FTIR ของพอลิอะริลอีเธอร์ซัลโฟน(PPSU) และซัลโฟเนตีดพอลิอะริลอีเธอร์ซัลโฟนจากวิธีการสังเคราะห์ที่ 3 (SPPSU-3)	12
ภาพที่ 3 กราฟ $^1\text{H-NMR}$ ของ SPPSU-3 และโครงสร้างทางเคมีของพอลิเมอร์ที่คาดว่าจะสังเคราะห์ได้	13
ภาพที่ 4 ลักษณะส่วนพื้นผิวของแผ่นเมมเบรนผสมที่มีซีโอไลต์ (ก) 0 (ข) 5 (ค) 15 และ (ง) 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่กำลังขยาย 300 เท่า	14
ภาพที่ 5 ลักษณะภาคตัดขวางของแผ่นเมมเบรนผสมที่มีซีโอไลต์ (ก) 0 (ข) 5 (ค) 15 และ (ง) 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่กำลังขยาย 2400 เท่า	15
ภาพที่ 6 ลักษณะการกระจายตัวของซีโอไลต์ในแผ่นเมมเบรนผสมบนระบบ SEM-EDX (ก) 0 (ข) 5 (ค) 15 และ (ง) 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่กำลังขยาย 2400 เท่า	15
ภาพที่ 7 ลักษณะการกระจายตัวของซีโอไลต์ในภาพตัดขวางของแผ่นเมมเบรนผสมบนระบบ SEM-EDX (ก) 0 (ข) 5 (ค) 15 และ (ง) 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่กำลังขยาย 2400 เท่า	16
ภาพที่ 8 stress-strain curve ของแผ่นเมมเบรนผสม 0 5 และ 15 เปอร์เซ็นต์ที่อุณหภูมิห้อง (ก) อุณหภูมิห้อง (ข) 80 (ค) 100 และ (ง) 120 องศาเซลเซียส เส้นประแสดงค่าความเค้นที่เมมเบรนฉีกขาด	20
ภาพที่ 9 ค่าการทนแรงดึงของแผ่นเมมเบรนผสมซีโอไลต์ที่สัดส่วนต่างๆ โดยบ่มที่อุณหภูมิต่างๆ ณ ความชื้นสัมพัทธ์คงที่ 99.9 เปอร์เซ็นต์ โดยดอกจันทร์และวงกลมทึบแสดงถึงค่าการทนแรงดึงของเมมเบรนผสมซีโอไลต์ 0 เปอร์เซ็นต์ที่ทำจากพอลิเมอร์ PPSU และ SPPSU ตามลำดับ โดยก่อนทดสอบนี้ เมมเบรนทั้งสองชนิดนี้จะเก็บไว้ในบรรยากาศของห้องปฏิบัติการเท่านั้น	21
ภาพที่ 10 ค่ายังโมดูลัสของแผ่นเมมเบรนผสมที่สภาวะอุณหภูมิห้องต่างๆ ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 99.9 เปอร์เซ็นต์	22

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ค่าการแลกเปลี่ยนประจุและค่าการดูดซับน้ำของซีโอไลต์และแผ่นเมมเบรนผสม	17
ตารางที่ 2 ค่าการนำโปรตอนของแผ่นเมมเบรนผสมที่อุณหภูมิห้อง ความชื้น 99.9%	18
ตารางที่ 3 ค่าอุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้วของแผ่นเมมเบรนผสมภายใต้บรรยากาศไนโตรเจนและอากาศ	19
ตารางที่ 4 ค่าอุณหภูมิสูญเสียน้ำหนัก 5 เปอร์เซ็นต์ของแผ่นเมมเบรนผสมภายใต้บรรยากาศไนโตรเจนและอากาศ	19