บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาและพัฒนาแผ่นเยื่อแอลคาไลแลกเปลี่ยนไอออนลบ โดยวิธีที่ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน และใช้สารเคมีที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้งานและยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้งานในเซลล์เชื้อเพลิงแบบแอลคาไลที่สามารถป้อนด้วยเอทานอลได้โดยตรง โดยผ่านปฏิกิริยา chloromethylation และปฏิกิริยา amination ของพอลิเมอร์ polysulfone โดยใช้ polysulfone จำนวน 5 กรัมละลายใน chloroform จำนวน 250 มิลลิลิตร จากนั้นเติม $SnCl_4$ 0.27 มิลลิลิตร และ paraformaldehyde จำนวน 6.792 กรัม ลงไป เสร็จแล้วเติม chlorotrimethylsilane จำนวน 28.64 มิลลิลิตร ลงไปในสารละลาย โดยค่อย ๆ หยดลงไปทีละน้อย ให้ความร้อนสารละลาย ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 จากนั้นนำมาตกตะกอนเพื่อให้ได้ chloromethylated polysulfone (CMPS) ด้วยเอทานอล ล้างตะกอนด้วยน้ำปราศจากไอออน ทำให้แห้ง จากนั้นนำ quaterization chloromethylated polysulfone (CMPS) ที่ได้มา 1.88 กรัม ละลายใน N-methypyrrolidone (NMP) 18.85 มิลลิลิตร และ trimethylamine solution 25 % จำนวน 3.15 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 ชั่วโมง จะได้สารละลายของ QAPS-Cl ซึ่งสามารถมาทำเป็นแผ่นด้วยการเกลี่ยไปบนแผ่นกระจก นำไปทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำมาแช่ในสารลาย KOH เข้มข้น 1 M เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และทำการแช่ซ้ำโดยวิธีเดียวกันนี้จำนวน 4 รอบ เพื่อให้แน่ใจว่าหมู่ไฮดรอกซิล (OH) เข้าไปแทนที่หมู่คลอไรด์ (Cl) ได้มากที่สุด ให้ค่าการดูดน้ำเท่ากับ 25 % และองศาการบวมของเยื่อเท่ากับ 7.5 % ซึ่งถือว่าดีเนื่องจากแผ่นเยื่อที่ดีควรจะมีค่าการดูดน้ำที่สูงเนื่องจากโมเลกุลของน้ำจะทำหน้าที่เป็นพาหนะช่วยในการส่งผ่านไอออน สำหรับค่าความจุในการแลกเปลี่ยนไอออน มีค่าเท่ากับ 1.05 mmol g^{-1} ส่วนความหนาของเยื่อเท่ากับ 1.05 μm เมื่อเทียบกับทางการค้าของบริษัท Tokuyama ชนิด A201 และ A901 ถือว่ายังมีความหนามากกว่าและมีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนน้อยกว่าด้วย

สำหรับการเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยา ขั้วแอโนดและแคโทดระบบตัวเร่งปฏิกิริยาโลหะสองธาตุและระบบตัวเร่งปฏิกิริยาโลหะสามธาตุของธาตุที่ไม่ใช่แพลตินัม คือ นิเกิล (Ni) โคบอลต์ (Co) เหล็ก (Fe) 4 แบบ คือ Ni/Co/Fe, Co/Fe, Ni/Co และ Ni/Fe เป็นการเตรียมแบบใช้พอลิเมอร์เป็นต้นแบบ โดยใช้ melamine เป็นต้นแบบ ปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการนำตัวเร่งไปใช้คือการทำให้ตัวเร่งละลายในตัวทำละลายหรือเป็นเนื้อเดียวกันก่อนที่จะนำไปทาบนกระดาษคาร์บอน เพื่อทำเป็น gas diffusion electrode ดังนั้น จึงได้เพิ่มความเร็วรอบของการกวนสารละลายในขั้นตอนสังเคราะห์ให้มากและในขั้นตอนการผสม metal acetate, carbon black และ น้ำ ต้องผสมอย่างช้า ๆ และต้องทำการเผาตัวเร่งปฏิกิริยาให้อยู่ในบรรยากาศของแก๊สเฉื่อยมากที่สุด ตัวเร่งปฏิกิริยาที่สังเคราะห์ได้จะอยู่ในรูปทั้งโลหะออกไซด์และโลหะอัลลอยด์ ซึ่งมีอนุภาคของธาตุในตัวอย่าง (Ni/Co/Fe, Co/Fe, Ni/Co และ Ni/Fe) กระจายอยู่ อัตราส่วนโดยประมาณองค์ประกอบของธาตุในแต่ละตัวอย่าง คือ Ni:Co:Fe, Co:Fe, Ni:Co และ Ni:Fe เป็น 1:1:1, 1:2, 1:1 และ 1:1 ตามลำดับ และมีขนาดอนุภาคของตัวอย่างที่กระจายไปบนตัวรองรับ carbon black อยู่ระหว่าง 20-100 nm

ประสิทธิภาพการทำงานของขั้วไฟฟ้า ซึ่งดูได้จากความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกระแส ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าและค่าความหนาแน่นกำลังไฟฟ้า พบว่า การใช้ขั้วแคโทดเป็นตัวเร่ง Ni/Co/Fe และขั้วแอโนดเป็นตัวเร่ง Pt เป็นสภาวะที่ดีที่สุดในการที่จะทำให้ได้ประสิทธิภาพการทำงานของเซลล์ดี (ความหนาแน่นกำลังไฟฟ้า 8.86 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร) เมื่อเปรียบเทียบผลการวิจัยที่ได้จากงานวิจัยนี้กับงานวิจัยที่ผ่านมา จากการใช้สภาวะการทำงาน คือ อัตราการไหลของแก๊สออกซิเจน เท่ากับ 1 LPM อัตราการไหลของเอทานอลเท่ากับ 4 mL/min อุณหภูมิของการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิง 50 องศาเซลเซียส ที่ความดันบรรยากาศ ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาบนขั้วไฟฟ้าที่โหลดลงไปคือ 2 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร อัตราส่วนความเข้มข้น (M) ของ KOH ต่อ เอทานอลเท่ากับ 1 : 1 ดังนั้นจึงต้องทำการศึกษาวิจัย และพัฒนาถึงวิธีแก้ไขปัญหาในส่วนนี้เพื่อให้เซลล์เชื้อเพลิงมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นต่อไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการปรับปรุงคุณภาพของแผ่นเยื่อแอลคาไลแลกเปลี่ยนไอออนลบ ควรหาเทคนิควิธีการทำให้เกิดปฏิกิริยา chloromethylation ให้มากขึ้น ซึ่งจะส่งผลถึงการเพิ่ม ค่า ความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนด้วย

5.2.2 ในการทำเป็นแผ่น ควรหาเทคนิคที่สามารถทำให้แผ่นมีขนาดความหนาที่เหมาะสมสำหรับการการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิง

5.2.3 ในการทาสารละลายตัวเร่งปฏิกิริยาลงไปบนขั้วไฟฟ้า ซึ่งต้องผสมสารละลาย ionomer ลงไป ต้องทำการประกบเข้ากับแผ่นเยื่อโดยเร็ว เพื่อให้ทั้งสองส่วนนี้ยึดติดกันได้ดี เพราะตัวทำละลายระเหยเร็ว

5.2.4 ในการเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยา ควรพัฒนาวิธีการเตรียมที่ทำให้ตัวเร่งปฏิกิริยามีขนาดเล็กลงและพยายามหาวิธีการที่จะให้เป็นโลหะอัลลอยด์มากขึ้นด้วยเพื่อประโยชน์ในการเร่งปฏิกิริยาที่ดี