บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell) ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง เพื่อใช้สำหรับยานยนต์ในการขับเคลื่อน อาคารธุรกิจ ที่อยู่อาศัย หรือแม้กระทั่งนำมาใช้ในอุปกรณ์ชิ้นเล็กๆ อย่างเช่น คอมพิวเตอร์พกพา (Notebook) ชนิดของเซลล์เชื้อเพลิงถูกจำแนกตามชนิดของอิเล็กโทรไลต์ ได้แก่ เซลล์เชื้อเพลิงแบบโพลิเมอร์อิเล็กโทรไลต์เมมเบรน (PEMFC) เซลล์เชื้อเพลิงแบบอัลคาไลน์ (AFC) เซลล์เชื้อเพลิงแบบกรดฟอสฟอริก (PAFC) เซลล์เชื้อเพลิงแบบคาร์บอเนตหลอมเหลว (MCFC) และเซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซด์แข็ง (SOFC) เป็นต้น เซลล์เชื้อเพลิงแต่ละชนิดก็จะมีข้อได้เปรียบ ข้อจำกัด และประสิทธิภาพในการใช้งานแตกต่างกัน สำหรับเซลล์เชื้อเพลิงแบบโพลิเมอร์อิเล็กโทรไลต์เมมเบรน หรือเรียกอีกอย่างว่าเซลล์เชื้อเพลิงแบบเยื่อแลกเปลี่ยนอนุภาคโปรตอน จะทำงานอยู่ที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 80°C (176°F) ด้วยการทำงานที่อุณหภูมิต่ำนี้ จึงทำให้ใช้เวลาในการเริ่มต้นทำงานได้อย่างรวดเร็ว (ใช้เวลาอุ่นตัวน้อย) ส่งผลกระทบต่อส่วนประกอบของระบบน้อย และมีความทนทานต่อการใช้งานที่ดีกว่า แต่อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการใช้ไฮโดรเจนบริสุทธิ์หรือไฮโดรเจนที่ได้จากปฏิกิริยาปฏิรูป (Reforming) เป็นเชื้อเพลิงจะให้ความหนาแน่นกำลังไฟฟ้าที่สูง แต่ก็ยังมีอุปสรรคในเรื่องของการจัดเก็บไฮโดรเจนหรือการเพิ่มอุปกรณ์ในการแปรสภาพสารไฮโดรคาร์บอนเป็นไฮโดรเจน ซึ่งเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่าย ดังนั้นจึงมีการพัฒนาเซลล์เชื้อเพลิงที่สามารถป้อนสารโมเลกุลเล็กๆ เช่น แอลกอฮอล์ เข้าภายในเซลล์เชื้อเพลิงโดยตรงเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงให้กับเซลล์

เอธานอลเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกที่น่าสนใจ เมื่อเทียบกับเมธานอล เนื่องจากมีข้อได้เปรียบหลายประการเช่น ให้ความหนาแน่นของพลังงานต่อหนึ่งหน่วยมวล (ในทางทฤษฎี) มากกว่า (6.1 และ 8.0 kWh/kg สำหรับเมธานอลและเอธานอลตามลำดับ [1]) มีความสะดวก ปลอดภัยในการจัดเก็บและขนส่ง มีความเป็นพิษต่ำ และยังสามารถผลิตได้จากวัตถุดิบที่ปลูกหมุนเวียนได้

สำหรับเซลล์เชื้อเพลิงใหม่จำเป็นต้องทำการกระตุ้นเซลล์ก่อนที่จะใช้งาน เนื่องจากในการทำงานให้ได้สมรรถนะการทำงานสูงนั้นเซลล์เชื้อเพลิงจะต้องมีสภาวะที่พร้อมทำงานกล่าวคือ ตัวเร่งปฏิกิริยาในเซลล์เชื้อเพลิงถูกกระตุ้นจนพร้อมทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ส่วนเมมเบรนและขั้วอิเล็กโทรดทั้งสองข้างของเมมเบรนจะต้องมีความชื้นที่เหมาะสมเพื่อให้อนุภาคโปรตอนมีการถ่ายเทที่ดี ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีระยะเวลาในการกระตุ้นเซลล์หรือเรียกว่า พรีคอนดิชั่นนิ่ง (Pre-Conditioning) หรือช่วงเวลาเบรกอิน (Break-In Period) สำหรับเซลล์เชื้อเพลิงแบบเอธานอลโดยตรงนั้นมีวิธีการกระตุ้นเซลล์ที่หลากหลาย แต่ยังไม่มีการศึกษาปัจจัยในการกระตุ้นเซลล์ที่มีผลต่อสมรรถนะการทำงานของ

เซลล์หรือการหาสภาวะการกระตุ้นเซลล์ที่เหมาะสมสำหรับเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้ ในงานวิจัยนี้จะได้ศึกษาสภาวะของการกระตุ้นเซลล์ที่มีผลต่อสมรรถนะการทำงานของเซลล์ เปรียบเทียบระหว่างวิธีการกระตุ้นเซลล์ต่างๆ ที่มีในงานวิจัยที่ผ่านมา และศึกษาพฤติกรรมการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงแบบเอธานอลโดยตรง

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ศึกษาอิทธิพลของสภาวะการกระตุ้นเซลล์ที่มีผลต่อสมรรถนะการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงแบบเอธานอลโดยตรง

2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงเมื่อป้อนสารละลายเอธานอลเข้าสู่เซลล์

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ในการศึกษาจะใช้เซลล์ที่เตรียมขึ้นเองโดยใช้เมมเบรน (nafion-115) ประกบด้วยขั้วอิเล็กโทรดที่ทั้งสองด้านของเมมเบรน สำหรับขั้วอิเล็กโทรดฝั่งแอโนดจะประกอบขึ้นจากชั้นแพร่กระจายก๊าซสำเร็จรูป (Commercial GDL) ทาด้วยหมึกตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมขึ้นเองจากตัวเร่งปฏิกิริยา Pt_3Sn_1/C (50 %wt Pt) ปริมาณ Pt loading เท่ากับ 1.3 mg/cm^2 และสารละลายแนฟิออน 5 wt% ปริมาณ nafion loading เท่ากับ 33 wt% โดยใช้ไอโซโพพานอลเป็นตัวทำละลาย จากนั้นใช้การระบายหมึกตัวเร่งปฏิกิริยาลงบนชั้นแพร่กระจายก๊าซสำเร็จรูปโดยพู่กัน สำหรับขั้วอิเล็กโทรดฝั่งแคโทดจะใช้ขั้วอิเล็กโทรดสำเร็จรูป (Commercial GDE) โดยปริมาณ Pt loading มีค่า 0.5 mg/cm^2

สำหรับวิธีการของการกระตุ้นเซลล์ในงานวิจัยที่ผ่านมาที่จะนำมาศึกษาได้แก่ วิธีการกระตุ้นเซลล์ด้วยก๊าซไฮโดรเจนและการกระตุ้นเซลล์ด้วยสารละลายเอธานอล 1 mol/dm^3 สำหรับการกระตุ้นด้วยก๊าซไฮโดรเจนนั้นจะกำหนดสภาวะการกระตุ้นเซลล์ไว้ดังนี้ ฝั่งแอโนดทำการป้อนก๊าซไฮโดรเจนอัตราการไหล 100 ml/min ความดันสัมบูรณ์ 2 บรรยากาศ ผ่านเครื่องปรับความชื้นก๊าซ (Humidifier) ที่มีอุณหภูมิ 90 °C ทางด้านฝั่งแคโทดทำการป้อนก๊าซออกซิเจนอัตราการไหล 100 ml/min ความดันสัมบูรณ์ 2 บรรยากาศ ผ่านเครื่องปรับความชื้นก๊าซที่อุณหภูมิ 90 °C อุณหภูมิท่อก่อนเข้าเซลล์ทั้งสองด้าน 90 °C โดยกำหนดให้อุณหภูมิของตัวเซลล์เท่ากับ 80 °C ทำการดึงกระแสที่ค่าความต่างศักย์ 0.6 โวลต์ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง [2] สำหรับการกระตุ้นเซลล์ด้วยสารละลายเอธานอลนั้นจะกำหนดสภาวะการกระตุ้นเซลล์ไว้ดังนี้ ฝั่งแอโนดทำการป้อนสารละลายเอธานอลความเข้มข้น 1 mol/dm^3 ในอัตราการไหล 1 ml/min ทางด้านฝั่งแคโทดทำการป้อนก๊าซออกซิเจน อัตราการไหล 240 ml/min ความดันสัมบูรณ์ 2 บรรยากาศ โดยไม่ผ่านเครื่องปรับความชื้นก๊าซ อุณหภูมิท่อก่อนเข้าเซลล์ทั้งสองด้าน 90

°C และกำหนดให้อุณหภูมิของตัวเซลล์เท่ากับ 90 °C ทำการดึงกระแสที่ค่าความต่างศักย์ 0.3 โวลต์ เป็นเวลา 8 ชั่วโมง [2-6]

การศึกษาตัวแปรของสภาวะการกระตุ้นเซลล์ เราจะใช้วิธีการกระตุ้นเซลล์ด้วยก๊าซไฮโดรเจนเป็นแบบในการทดลอง โดยตัวแปรที่จะศึกษามีด้วยกัน 3 ตัวแปรได้แก่ ค่าความต่างศักย์ที่ใช้ในการดึงกระแสช่วงที่ทำการกระตุ้นเซลล์ ซึ่งในการทดลอง ค่าความต่างศักย์ที่เราจะใช้ดึงกระแสคือที่ 0.6 V และ 0.3 V โดยกำหนดให้ความดันของก๊าซทั้งฝั่งแอโนดและแคโทดเท่ากับความดันสัมบูรณ์ 1 บรรยากาศเท่ากันทั้งสองฝั่ง ใช้เวลาในการกระตุ้นเซลล์ 18 ชั่วโมง ตัวแปรที่จะศึกษาต่อมาคือความดันของก๊าซทั้งสองฝั่งซึ่งจะทดลองความดันของก๊าซที่ 2 ค่าความดัน คือที่ความดันสัมบูรณ์ 1 บรรยากาศ และ 2 บรรยากาศ โดยกำหนดให้ก๊าซทั้งสองฝั่งมีความดันเท่ากัน

สภาวะการกระตุ้นเซลล์สุดท้ายที่จะทำการศึกษาคือการสลับกันระหว่างก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจนซึ่งก๊าซทั้งสองเป็นก๊าซที่ใช้ในการกระตุ้นเซลล์ กล่าวโดยละเอียดคือทำการป้อนก๊าซออกซิเจนเข้าที่ด้านแอโนด เพื่อใช้ก๊าซออกซิเจนกระตุ้นเซลล์ฝั่งแอโนดที่มีตัวเร่งปฏิกิริยาเป็น Pt_3Sn_1/C และป้อนก๊าซไฮโดรเจนเข้าที่ด้านแคโทด เพื่อใช้ก๊าซไฮโดรเจนกระตุ้นเซลล์ฝั่งแคโทดที่มีตัวเร่งปฏิกิริยาเป็น Pt/C โดยในการกระตุ้นเซลล์จะทำการกำหนดขั้วของเซลล์เชื้อเพลิงใหม่ดังนี้ คือ กำหนดให้เซลล์ฝั่งที่ป้อนออกซิเจน (Pt_3Sn_1/C) เป็นด้านแคโทด และเซลล์ฝั่งที่ป้อนก๊าซไฮโดรเจน (Pt/C) เป็นด้านแอโนด นอกจากนี้กำหนดให้อัตราการไหลของก๊าซออกซิเจนและก๊าซไฮโดรเจนเท่ากับ 100 ml/min เท่ากันทั้งสองฝั่งและกำหนดให้ก๊าซทั้งสองฝั่งมีความดันเท่ากันที่ความดันสัมบูรณ์ 1 บรรยากาศ ป้อนก๊าซทั้งสองฝั่งผ่านเครื่องปรับความชื้นก๊าซที่อุณหภูมิ 90 °C อุณหภูมิท่อก่อนเข้าเซลล์ 90 °C และอุณหภูมิของตัวเซลล์ 90 °C ในการกระตุ้นเซลล์จะทำการดึงกระแสที่ค่าความต่างศักย์เท่ากับ 0.3 V เป็นเวลา 18 ชั่วโมง

ในการทดสอบสมรรถนะการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงเดี่ยว (Single Cell Testing) จะทดสอบโดยป้อนสารละลายเอธานอลความเข้มข้น 1 mol/dm^3 อัตราการไหล 1 ml/min เข้าด้านแอโนด อุณหภูมิท่อก่อนเข้าเซลล์ 90 °C ส่วนด้านแคโทดป้อนก๊าซออกซิเจน อัตราการไหล 240 ml/min ความดันสัมบูรณ์ 2 บรรยากาศ โดยไม่ต้องป้อนผ่านเครื่องปรับความชื้นก๊าซ อุณหภูมิท่อก่อนเข้าเซลล์ 90 °C และอุณหภูมิของตัวเซลล์ 90 °C

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถหาสภาวะการกระตุ้นที่เหมาะสมสำหรับเซลล์เชื้อเพลิงแบบเอธานอลโดยตรง เพื่อให้เซลล์เชื้อเพลิงอยู่ในสภาวะที่พร้อมทำงาน นอกจากนี้สามารถทราบพฤติกรรมของเซลล์เชื้อเพลิงเมื่อมีการป้อนสารละลายเอธานอลเข้าไป ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงเซลล์เชื้อเพลิงแบบเอธานอลโดยตรงให้มีสมรรถนะการทำงานที่ดีและคงที่ เพื่อให้การศึกษาปัจจัยอื่นๆ ที่มีอิทธิพลต่อสมรรถนะการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้ และสามารถนำผลการทดลองนั้นมาเปรียบเทียบกันได้