

การใช้เซลล์เชื้อเพลิงกับอุปกรณ์ไฟฟ้าและการวัดปริมาณน้ำของเซลล์เชื้อเพลิง

Application and Water measurement of a fuel cell

นาย ธีวินท์ วิสุทธิรังษีอุไร 48551675

นาย สุพจน์ รักสวนะ 48554034

รศ.ดร. สุพันธ์ ลิ้มตระกูล

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โทร. 02-9428555 ต่อ 1210 โทรสาร 02-5614621 E-mail: fengsul@ku.ac.th

บทคัดย่อ

เซลล์เชื้อเพลิงชนิดเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอน (Proton Exchange Membrane Fuel Cell) คือ อุปกรณ์เปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นไฟฟ้า โดยกระบวนการทางไฟฟ้าโดยแก๊สที่ป้อนใช้แก๊สออกซิเจนและแก๊สไฮโดรเจน งานวิจัยนี้แบ่งการศึกษาเป็น 2 ส่วนใหญ่ คือ ส่วนแรกเป็นการใช้เซลล์เชื้อเพลิงแฉกขนาดพื้นที่กัมมันต์ 150 ตร.ซม. จำนวน 8 เซลล์ต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดเล็ก เซลล์แฉกนี้เมื่อต่อกับอุปกรณ์ชุดทดลอง 2 ตัว ซึ่งต่อแบบอนุกรมกันจำนวน 3 ชุดที่นำมาต่อขนานกัน พบว่าการต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า สักยี่ไฟฟ้าของเชื้อเพลิงมีค่า 7.6 V หรือเท่ากับ 0.95 V ต่อเซลล์ และเมื่อต่อกับอุปกรณ์ชุดทดลอง แรงดันไฟฟ้าของเซลล์จะได้ 6.5 V และความหนาแน่นกระแสได้ 20 mA/cm² ส่วนที่สองการทดลองเซลล์แฉกขนาด 150 ตร.ซม. จำนวน 1 เซลล์โดยการวัดปริมาณน้ำที่เกิดขึ้นจากเซลล์จะพบว่า เมื่อเปรียบเทียบการเกิดน้ำในเซลล์ที่มีช่องการไหลเอียงกับเซลล์ที่มีช่องการไหลมุมฉาก พบว่าเซลล์ที่มีช่องการไหลเอียงด้านแคโทดเกิดน้ำด้านแคโทดมากที่สุด ทำให้เมมเบรนแห้ง ดังนั้นสมรรถนะจึงต่ำสุด ส่วนเซลล์ที่มีช่องการไหลเอียงด้านแอโนดเกิดน้ำน้อยสุด การแพร่ของความชื้นย้อนกลับจะส่งเสริมให้เมมเบรนมีความชื้นช่วยให้การนำโปรตอนได้ดี จึงมีสมรรถนะสูง กระแสของเซลล์ที่มีช่องการไหลเอียงด้านแอโนดมีค่าสูงสุด

Abstract

The Proton Exchange Membrane Fuel Cell converts fuels into electricity by electrochemical reaction. Oxygen and hydrogen are used as fuel gases. This study includes 2 major parts. In the first part, 8 cell stack of 150 cm² was applied by to three parallel set of 2 fans connected in series. The result shows that before the fan were connected to the devices, the fuel cells voltage was 7.6 V. the voltage was dropped to 6.2 V with the current of 3 A. In the second part, a single fuel cell of 150 cm² active area with assisted water flow channels was used to measurement in the cell. The result shows that the most water flowed out from the cathode of the cell with the

slanted channels in the cathode side. This behavior leads to dry membrane resulting in low cell performance low current. On the other hand, the cell with slanted in the anode generated the least water in the cathode side leading to the highest cell performance due to proper moist membrane.

บทนำ

เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell) เป็นเครื่องมือให้กำเนิดไฟฟ้าจากกระบวนการเคมีไฟฟ้า โดยใช้แก๊สออกซิเจนและไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งมีการวิจัยและพัฒนากันอย่างแพร่หลาย ปัจจุบันเซลล์เชื้อเพลิงจัดเป็นทางเลือกใหม่ของแหล่งพลังงานที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องใช้ต่างๆ ในบ้านเรือนและในอุตสาหกรรม โดยสามารถใช้งานแทนที่แบตเตอรี่ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หรือใช้แทนเครื่องยนต์สันดาปภายใน เช่น รถไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง เป็นต้น ในช่วงเวลาที่ผ่านมานับทศวรรษ แหล่งพลังงานที่ใช้กันส่วนใหญ่ล้วนมาจากพลังงานฟอสซิลซึ่งส่วนใหญ่ก็คือ น้ำมันเชื้อเพลิง และด้วยการผลิตที่มีจำนวนจำกัดจึงทำให้เกิดปัญหาขาดแคลนน้ำมัน อีกทั้งราคาน้ำมันที่ยังเพิ่มขึ้นสูงเรื่อยๆ จึงทำให้นักวิทยาศาสตร์จำนวนมากได้ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาพลังงานอื่นมาทดแทนพลังงานเชื้อเพลิง ซึ่งทางเลือกนั้นก็คือ การใช้พลังงานไฮโดรเจนในเซลล์เชื้อเพลิง นอกจากนี้ ปัจจุบันหน่วยงานต่างๆ กำลังให้ความสนใจในเรื่องของพลังงานเชื้อเพลิงเป็นอย่างมาก เพราะว่าพลังงานเซลล์เชื้อเพลิงนี้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ หน่วยงานต่างๆ จึงพัฒนาเซลล์เชื้อเพลิงแบบเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอน เพื่อมาทดแทนการสันดาปของเครื่องยนต์ในรถยนต์ อีกทั้งพลังงานเซลล์เชื้อเพลิงเป็นพลังงานที่สะอาด ไม่ปล่อยของเสียออกสู่สิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังไม่ส่งผลในแง่มลพิษทางเสียงแก่สิ่งแวดล้อมอีกด้วยข้อจำกัดของเซลล์เชื้อเพลิงแบบเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอนเช่น ราคาที่ยังสูงอยู่การเดินเครื่องให้มีประสิทธิภาพสูงสุดจะทำให้ค่าใช้จ่ายลดลงและเพิ่มอายุของเซลล์เชื้อเพลิงด้วย จึงได้มีการวิจัยและค้นคว้าทางด้านวิศวกรรม เพื่อที่จะ

ปรับปรุงเซลล์เชื้อเพลิงแบบเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอน ให้มีประสิทธิภาพที่สูงที่สุด และเหมาะสม เพื่อนำมาใช้งานในชีวิตประจำวัน ซึ่งประสิทธิภาพของเซลล์เชื้อเพลิงจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับหลายๆ ปัจจัยนั่นก็คือ ปัญหาการ เกิดการท่วม (Flooding) ภายใน GDL ซึ่งการควบคุมปริมาณน้ำมีผลอย่างมากกับประสิทธิภาพในการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิง เพราะที่ความหนาแน่นของกระแส (Current Density) สูง การถ่ายเทมวลจะสัมพันธ์กับการเกิดและการกระจายของน้ำซึ่งเป็นตัวจำกัดผลที่ได้ซึ่งนั่นก็แปลว่าทำให้ประสิทธิภาพของเซลล์เชื้อเพลิงน้อยลง ถ้าการควบคุมน้ำไม่ดีพอ จะทำให้เกิดความไม่สมดุลกันระหว่างน้ำที่เกิดขึ้นและน้ำที่ระเหยภายในเซลล์ผลในทางลบนั่นก็คือ การเกิดการท่วม (Flooding) ภายใน GDL ทำให้เกิดปัญหาการแพร่กระจายของก๊าซ และเมื่อน้ำแห้งเกินไปก็จะเกิดปัญหาการเคลื่อนที่ของ โปรตอนทำให้ประสิทธิภาพของเซลล์เชื้อเพลิงน้อยลง ปัญหาเหล่านี้เกิดจากสภาวะการเดินเครื่องไม่เหมาะสม ดังนั้นในโครงการวิจัยจึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาสมรรถนะและการวัดปริมาณน้ำของเซลล์เชื้อเพลิงเป็นหลัก และศึกษาสภาวะการเดินเครื่องต่อการเกิดน้ำในเซลล์เพื่อเข้าใจกลไกการทำงานซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการพัฒนาเซลล์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและสมรรถนะของเซลล์เชื้อเพลิงต่อไป

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

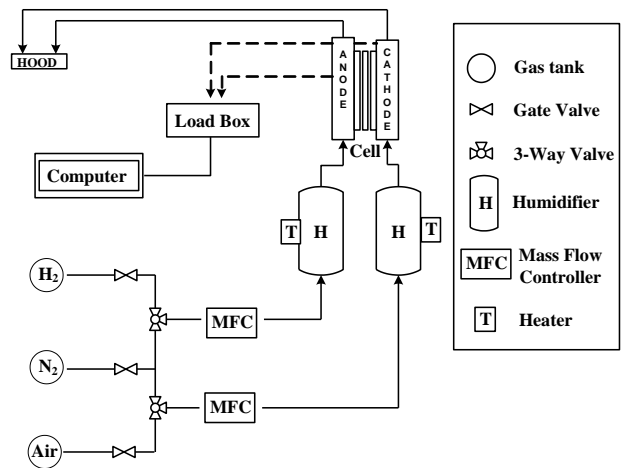
1. แสดงการประยุกต์การใช้เซลล์เชื้อเพลิงแวกกับอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดเล็ก
2. ศึกษาการเกิดน้ำในเซลล์เชื้อเพลิงขนาด 150 cm²

ขอบเขตของการวิจัย

1. พัฒนาเซลล์เดี่ยวขนาดเล็กขนาด 5 ตารางเซนติเมตรพร้อมทั้งศึกษาสมรรถนะและวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้เส้นโพลาไรเซชัน (Polarization curve) เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับพัฒนาเซลล์ขนาดใหญ่
2. ศึกษาผลของปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเซลล์เชื้อเพลิงแบบเมมเบรนแลกเปลี่ยน โปรตอนที่มีพื้นที่กัมมันต์ 150 ตารางเซนติเมตร
3. เซลล์เชื้อเพลิงแบบเมมเบรนแลกเปลี่ยน โปรตอนที่มีพื้นที่กัมมันต์ 150 ตารางเซนติเมตรจะประกอบขึ้นเพื่อใช้ในการทดสอบ
4. ศึกษาการเกิดน้ำในเซลล์เชื้อเพลิงเดี่ยวขนาด 150 ตารางเซนติเมตร ที่ประกอบขึ้น

ระบบทดสอบเซลล์เชื้อเพลิง

ระบบทดสอบแสดงได้ดังรูปที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุมและวัดอัตราการไหล เพื่อวัดอัตราการไหลของไนโตรเจนและอากาศที่เข้าสู่ระบบ หอให้ความชื้น ใช้เพื่อเพิ่มความชื้นให้กับก๊าซ อุปกรณ์ควบคุมและวัดอุณหภูมิ เพื่อควบคุมอุณหภูมิของเซลล์และหอให้ความชื้น อุปกรณ์ควบคุมไหลไฟฟ้าและวัดค่าไฟฟ้า (load box) อุปกรณ์แสดงผลเพื่อวัดสมรรถนะของเซลล์



รูปที่ 1 แสดงระบบทดสอบเซลล์เชื้อเพลิง

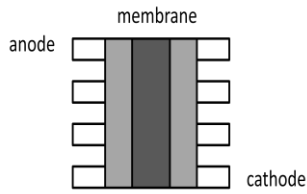
การเดินระบบเซลล์เชื้อเพลิง

งานวิจัยแบ่งเป็น 3 ส่วนดังนี้

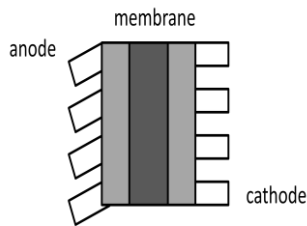
ส่วนที่ 1 : การเดินเซลล์จะทำการควบคุมอุณหภูมิของเซลล์เชื้อเพลิงขนาด 5 ซม² และอุปกรณ์ให้ความชื้นที่อุณหภูมิ 80°C และควบคุมการป้อนแก๊สไฮโดรเจนและออกซิเจนเข้าทางด้านแอโนดและแคโทดตามลำดับ โดยใช้อัตราการไหล 0.1 และ 0.2 ลิตรต่อนาที ตามลำดับ

ส่วนที่ 2 : การเดินเครื่องเซลล์แวกขนาด 150 ซม² จำนวน 8 แวก ที่อุณหภูมิห้องควบคุมการป้อนแก๊สไฮโดรเจนและออกซิเจนเข้าทางด้านแอโนดและแคโทดตามลำดับ โดยใช้อัตราการไหล 1 และ 10 ลิตรต่อนาที ตามลำดับ ซึ่งได้พัฒนาจากการทดลองและได้ทดลองนำเซลล์ที่พัฒนานี้ไปประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยการวัดกระแสและความต่างศักย์จะใช้เครื่อง Amp meter ในการวัด

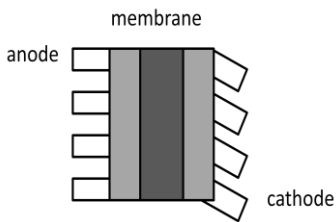
ส่วนที่ 3 : การเดินเซลล์เชื้อเพลิงขนาด 150 ซม² จำนวน 1 เซลล์จะทำการควบคุมอุณหภูมิเซลล์เชื้อเพลิงที่ 80°C และอุปกรณ์ให้ความชื้นที่อุณหภูมิ 80°C และ 95°C และควบคุมการป้อนแก๊สไฮโดรเจนและออกซิเจนเข้าทางด้านแอโนดและแคโทดตามลำดับ โดยใช้อัตราการไหล 0.9 และ 3.5 ลิตรต่อนาที ตามลำดับ โดยใช้ลักษณะช่องทางการไหลแบบมุมฉาก วัดปริมาณน้ำที่ออกจากเซลล์และบันทึกผลการทดสอบ ทำซ้ำแต่เปลี่ยนลักษณะช่องทางการไหลเป็นแบบเฉียงด้านแคโทและเฉียงด้านแอโนด การวัดปริมาณน้ำในเซลล์เชื้อเพลิงทำที่ความต่างศักย์ที่ 0.07 การจัดเรียงช่องทางการไหลดำเนินการด้วย 3 รูปแบบ ดังรูปที่ 2



(ก) แผ่นช่องการไหลมุมฉาก



(ข) แผ่นช่องการไหลด้านแคโทดเป็นมุมฉาก และแผ่นช่องการไหลด้านแอโนดเป็นมุมเอียง



(ค) แผ่นช่องการไหลด้านแอโนดเป็นมุมฉากและแผ่นช่องการไหลด้านแคโทดเป็นมุมเอียง

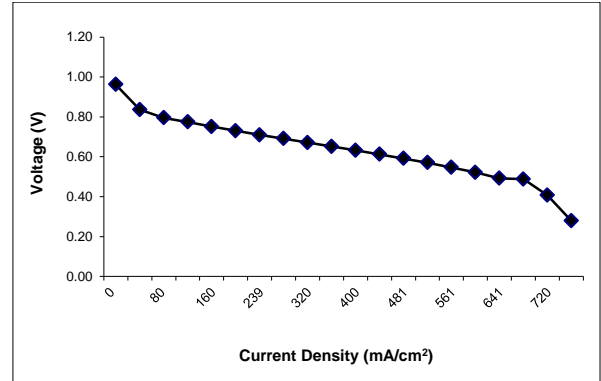
รูปที่ 2 การจัดเรียงช่องการไหลก.แผ่นช่องการไหลมุมฉาก ข. แผ่นช่องการไหลด้านแคโทดเป็นมุมฉากและแผ่นช่องการไหลด้านแอโนดเป็นมุมเอียง ค.แผ่นช่องการไหลด้านแอโนดเป็นมุมฉากและแผ่นช่องการไหลด้านแคโทดเป็นมุมเอียง

ผลการดำเนินโครงการและวิจารณ์ผล

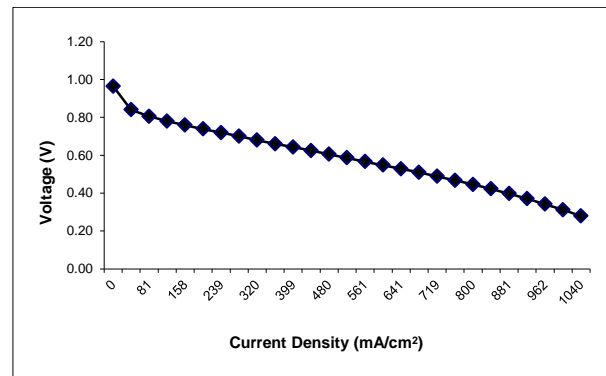
งานวิจัยแบ่งเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1: การวิจัยได้ดำเนินการศึกษาการพัฒนาเซลล์เดี่ยวขนาดเล็กน้อย 5 ตร.ซม. จำนวน 2 เซลล์เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการประกอบเซลล์ใหญ่ กราฟโพรไรเซชันรูป 3,4 แสดงสมรรถนะของเซลล์ พบว่าที่เซลล์แรก ที่พัฒนาได้สมรรถนะที่ต่ำ มี mass transport loss เมื่อเครื่องที่กระแสสูง ส่วนเซลล์ที่สองพบว่าสมรรถนะสูงขึ้น โดยเมื่อเดินเครื่องที่ความต่างศักย์ 0.6 V จะได้ความหนาแน่นกระแส 550 mA/cm² เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้เคยมีการศึกษามาแล้ว (อมราภรณ์ แก้วชาดาวิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2549) ดังรูป 5 โดยเปรียบเทียบสมรรถนะของเซลล์ที่ 0.6 V โดยผลการทดลองของผู้ที่เกี่ยวข้องมาแล้วเกิดกระแส

350 mA/cm² ส่วนเซลล์ที่ประกอบขึ้นเองจะได้กระแส 440 และ 550 mA/cm² ตามลำดับ ดังรูปที่ 3 และ 4



รูปที่ 3 เซลล์เชื้อเพลิงขนาดเล็กน้อยขนาด 5 ตารางเซนติเมตร ที่ประกอบขึ้นครั้งที่ 1



รูปที่ 4 เซลล์เชื้อเพลิงขนาดเล็กน้อยขนาด 5 ตารางเซนติเมตรที่ประกอบขึ้นครั้งที่ 2

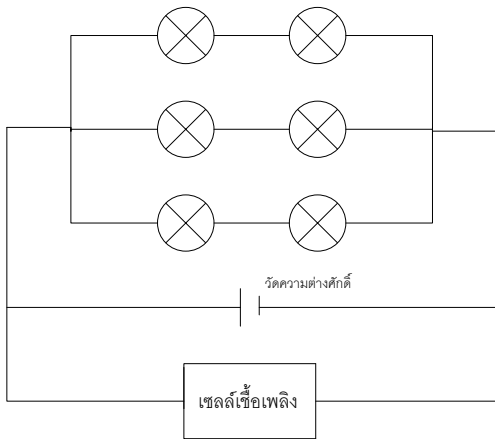
ดังรูปที่ 7 จะพบว่ากำลังไฟฟ้าที่อุณหภูมิห้องในงานนี้จะมีค่าน้อยกว่าค่าที่อุณหภูมิ 80°C เนื่องจากปฏิกิริยาจะเกิดได้ดีที่อุณหภูมิสูง

รูปที่ 5 เซลล์เชื้อเพลิงขนาดเล็กขนาด 5 ตารางเซนติเมตร จาก
วิทยานิพนธ์ของอมราภรณ์ แก้วชาดา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2549

ส่วนที่ 2 : การวิจัยได้ดำเนินการทดลองเดินเครื่องเซลล์แถวขนาด 150 ซม² จำนวน 8 แถว ซึ่งได้พัฒนาจากการทดลองและได้ทดลองนำเซลล์ที่พัฒนานี้ไปประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า

1. กำลังไฟฟ้าของเซลล์ขณะต่อและเป็นแบบวงจรเปิดพบว่าเมื่อวัดเซลล์เชื้อเพลิงขณะที่ไม่มีการใช้งาน เซลล์ให้แรงดันสูงสุดที่ 7.6 V หรือเท่ากับ 0.95 คอเซลล์ซึ่งในทางทฤษฎีแล้วแรงดันที่ได้จะอยู่ที่ 1.23 V ที่ 25°C แต่สำหรับเซลล์เชื้อเพลิงแบบแถวที่ได้จากผลการทดลองมีค่า 0.95V เนื่องจากเมื่อต่อเซลล์แบบแถวจะมีการสูญเสีย เช่น Cross over loss เพราะฉะนั้นแรงดันจึงลดลง

2. สมรรถนะของเซลล์เมื่อต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิงแถวถูกประกอบกับอุปกรณ์พัฒนาจำนวน 6 ตัว ซึ่งจะต่อแบบอนุกรม 2 ตัว จำนวน 3 ชุดต่อขนานกัน ดังรูปที่ 6 (อรรรถพล,2551)

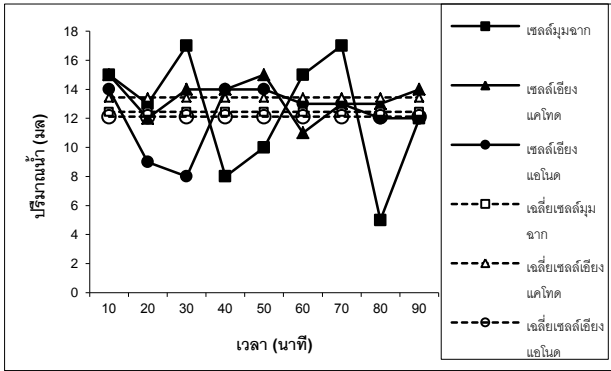


รูปที่ 6 การแสดงการต่อเซลล์เชื้อเพลิงอุปกรณ์พัฒนา แบบอนุกรมและขนาน

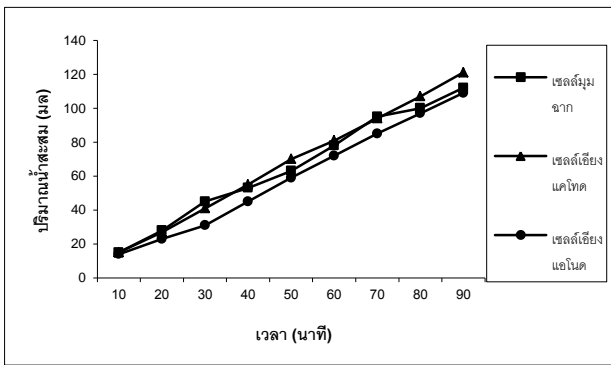
พบว่า แรงดันที่ได้มีค่าเท่ากับ 6.5 V กระแสมีค่าเท่ากับ 3 A หรือ ความหนาแน่นกระแสเท่ากับกำลังไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 19.5 W ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า เมื่อต่ออุปกรณ์พัฒนาแล้ว จะมีการปล่อยกระแสไฟฟ้าจึงทำให้ความต่างศักย์ลดลง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกราฟ Polarization curve

รูปที่ 7 Polarization curve ของเซลล์เชื้อเพลิงแถว 8 แถว ที่อุณหภูมิ 80°C

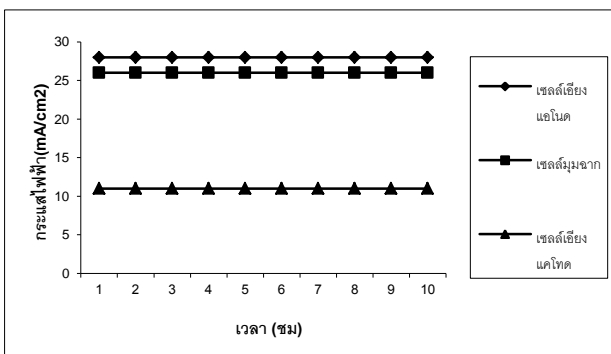
ส่วนที่ 3 : การวิจัยได้ดำเนินการทดลองเดินเครื่องเซลล์แถวขนาด 150 ซม² จำนวน 11เซลล์ ซึ่งได้พัฒนาจากการทดลองและได้ทดลองนำเซลล์ที่พัฒนานี้ไปวัดปริมาณน้ำที่เกิดขึ้นจากเซลล์ ทั้งลักษณะช่องการไหลแบบมุมฉากและแบบช่องการไหลเอียงด้านแคโทดและแบบช่องการไหลเอียงด้านแอโนดดังแสดงในรูปที่ 2 รูปที่ 8 แสดงปริมาณน้ำที่วัดด้านแคโทดของเซลล์ที่มีช่องการไหลมุมฉาก เปรียบเทียบกับของเซลล์ที่มีช่องการไหลเอียงด้านแคโทด และช่องการไหลเอียงด้านแอโนด และรูปที่ 9 แสดงปริมาณน้ำสะสมที่วัดทางด้านแคโทดของเซลล์เชื้อเพลิงที่อุณหภูมิ 80°C เมื่อเปรียบเทียบเซลล์ที่มีช่องการไหลเอียงด้านแคโทด (รูปที่ 2, ค) กับเซลล์ที่มีช่องการไหลมุมฉาก (รูปที่ 2, ก) พบว่า ปริมาณน้ำของเซลล์ที่มีช่องการไหลเอียงด้านแคโทด (รูปที่ 2, ค) จะเกิดมากที่สุด ดังรูปที่ 8 เนื่องจากเซลล์ที่มีช่องการไหลเอียงจะช่วยผลักดันให้น้ำไหลไปกักเก็บในช่องเอียงซึ่งอยู่ด้านแคโทด นอกจากนั้นน้ำด้านแอโนดก็จะไหลมากกักเก็บในช่องนี้ด้วยเนื่องจากมีเกรเดียนต์ของความชื้นมากกว่าในกรณีที่เซลล์มีช่องการไหลแบบมุมฉาก (รูปที่ 2, ก) ดังนั้นปริมาณน้ำที่เกิดจากปฏิกิริยาจะไหลไปกักเก็บในช่องเอียงจึงเกิดน้ำมากกว่าในทางออกด้านแคโทด การไหลไปกักเก็บในช่องเอียงด้านแคโทดทำให้เมมเบรนแห้ง ดังนั้นสมรรถนะจึงต่ำกว่าเซลล์ที่ช่องการไหลไม่เอียง ดังกระแสที่แสดงในรูปที่ 10 เซลล์เอียงด้านแคโทด (รูปที่ 2, ค) จะให้กระแสดีกว่าเซลล์ที่มีช่องการไหลมุมฉาก (รูปที่ 2, ก)



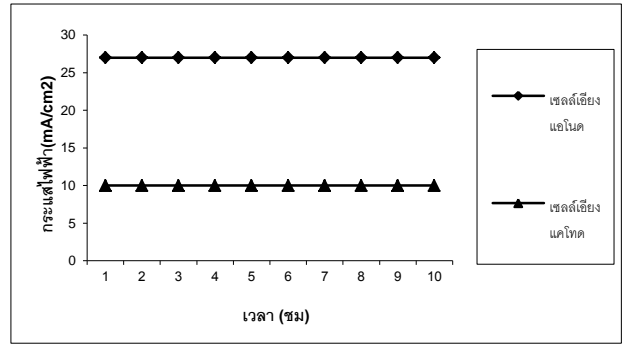
รูปที่ 8 ปริมาณน้ำที่วัดด้านแคโทดของเซลล์ที่มีช่องการไหลมูมจาก เปรียบเทียบกับของเซลล์ที่มีช่องการไหลเอียงด้านแคโทด และช่องการไหลเอียงด้านแอโนด



รูปที่ 9 ปริมาณน้ำสะสมที่วัดทางด้านแคโทดของเซลล์เชื้อเพลิง ที่อุณหภูมิ $80^{\circ}C$

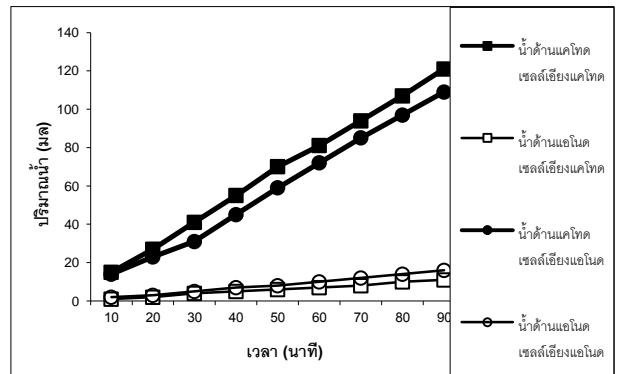


รูปที่ 10 กระแสไฟฟ้าของเซลล์ที่ความต่างศักย์ 0.7 V ที่อุณหภูมิ $80^{\circ}C$



รูปที่ 11 กระแสไฟฟ้าของเซลล์ที่ความต่างศักย์ 0.7 V ที่อุณหภูมิ $95^{\circ}C$

เมื่อเปรียบเทียบประมาตราน้ำในด้านแคโทดและด้านแอโนด จะพบว่าปริมาณน้ำด้านแคโทดจะสูงกว่าน้ำด้านแอโนดในเซลล์ทั้งสอง ชนิดอย่างเห็นได้ชัด เพราะน้ำจะเกิดที่ด้านแคโทด เนื่องจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ด้านแคโทดมีมากกว่าน้ำด้านแอโนดดังแสดงในรูปที่ 12

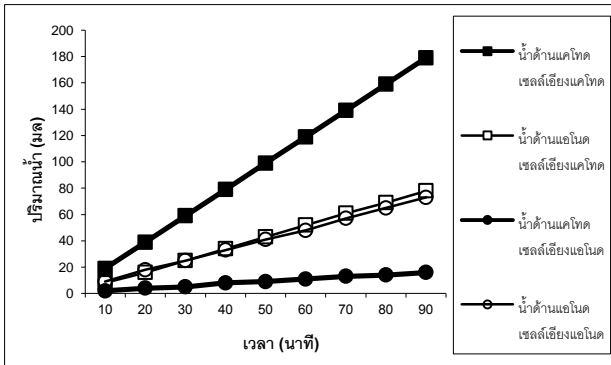


รูปที่ 12 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่วัดทางออกแคโทดและแอโนด ของเซลล์ที่มีช่องการไหลเอียงทางด้านแคโทดและแอโนด ที่ อุณหภูมิ $80^{\circ}C$

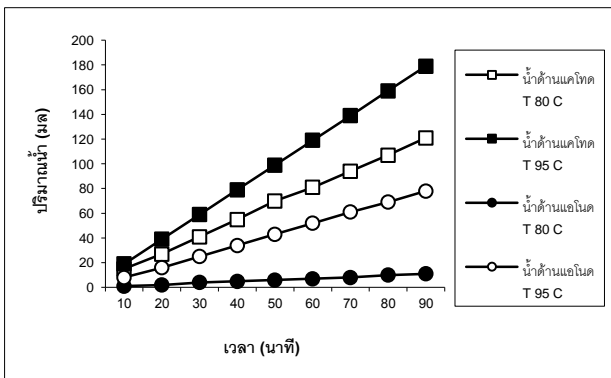
รูปที่ 13 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำระหว่างเซลล์ที่มี ช่องการไหลเอียงด้านแคโทดและเซลล์ที่มีช่องการไหลเอียงด้านแอโนด ที่อุณหภูมิ $95^{\circ}C$ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ไหลออกทางด้าน แคโทดและด้านแอโนด พบว่าปริมาณน้ำที่ด้านแคโทดในเซลล์ที่เอียงใน ช่องการไหลด้านแคโทดจะมีมากกว่าในเซลล์ที่เอียงในช่องการไหลด้าน แอโนด ที่อุณหภูมิ $95^{\circ}C$ ซึ่งมีความชื้นสูงมากทำให้เกิดน้ำมาก เมื่อ ช่องการไหลเอียงที่ด้านแคโทด น้ำที่เกิดขึ้นด้านแคโทดจะไหลไปในช่อง เอียงนั้น และไหลออกไปในปริมาณมาก ในขณะที่เซลล์เชื้อเพลิงที่มีช่อง การไหลเอียงด้านแอโนดน้ำจะแพร่ย้อนกลับ (back diffusion) จากด้าน แคโทดไปยังด้านแอโนด และเกิดการกักในช่องเอียงด้านนั้น ซึ่งทำให้ ปริมาณน้ำที่ออกด้านแคโทดน้อยลงกว่ากรณีแรก ดังรูปที่ 12 นอกจากนี้ เมื่อพิจารณากระแสที่ได้จะพบว่า เมื่อน้ำไหลไปยังช่องเอียงด้านแค โทด จะทำให้เซลล์ไม่มีความชื้นแพร่ย้อนกลับทำให้เมมเบรนแห้ง จึงทำให้

สมรรถนะต่ำลง จึงมีกระแสต่ำกว่าเมื่อมีช่องการไหลเอียงด้านแอโนด ดังแสดงในรูปที่ 10

รูปที่ 14 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่เกิดจากเซลล์เอียงด้านแคโทดระหว่างอุณหภูมิ 80 °C และ 95 °C เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่อุณหภูมิ 80 °C และ 95 °C ทั้งทางด้านแคโทดและแอโนดพบว่าที่อุณหภูมิ 95 °C มีปริมาณน้ำมากกว่าที่อุณหภูมิ 80 °C เนื่องจากเกิดการให้ความร้อนที่มากกว่า 80 °C ดังรูปที่ 14



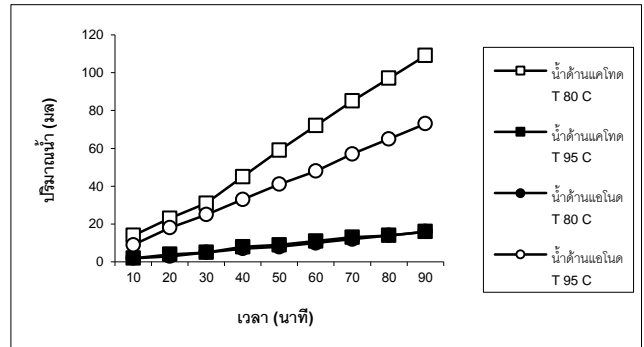
รูปที่ 13 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำระหว่างเซลล์ที่มีช่องการไหลเอียงด้านแคโทดและเซลล์ที่มีช่องการไหลเอียงด้านแอโนด ที่อุณหภูมิ 95 °C



รูปที่ 14 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่เกิดจากเซลล์เอียงด้านแคโทดระหว่างอุณหภูมิ 80 °C และ 95 °C

รูปที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำระหว่างการเดินที่ความชื้นอุณหภูมิ 80 °C และ 95 °C ของเซลล์ที่เอียงทางด้านแอโนด โดยวัดปริมาณน้ำที่ด้านแคโทดและที่ด้านแอโนด เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำระหว่างการเดินที่ความชื้นอุณหภูมิ 80 °C และ 95 °C ของเซลล์ที่เอียงทางด้านแอโนด โดยวัดปริมาณน้ำที่ด้านแคโทดและที่ด้านแอโนด พิจารณาการวัดที่แคโทด จะพบว่าน้ำที่เกิดขึ้นและไหลออกมาจากในเซลล์ที่เดิน 80 °C มากกว่าเซลล์ที่เดิน 95 °C เนื่องจากเกรเดียนต์

นั้ของน้ำในท่อทั้งสองนี้ ที่อุณหภูมิ 95 °C จะมีมากกว่าจึงผลักดันเกิดการแพร่ย้อนกลับมากกว่าน้ำที่เหลือในด้านแคโทดจึงมีน้อยกว่าที่อุณหภูมิ 80 °C แต่เมื่อวัดน้ำที่ด้านแอโนดจะพบว่าที่ 95 °C จะมากกว่า เนื่องจากเกิดการเคียนที่ระหว่างแคโทดและแอโนดมีมากกว่าจึงผลักดันให้เกิดการแพร่ย้อนกลับ จึงมีปริมาณน้ำในด้านแอโนดมากกว่า



รูปที่ 15 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำระหว่างการเดินที่ความชื้นอุณหภูมิ 80°C และ 95°C ของเซลล์ที่เอียงทางด้านแอโนดโดย วัดปริมาณน้ำที่ด้านแคโทดและที่ด้านแอโนด

สรุปผลการดำเนินงาน

การวัดปริมาณน้ำที่เกิดขึ้นจากเซลล์จะพบว่า เมื่อเปรียบเทียบการเกิดน้ำในเซลล์ที่มีช่องการไหลเอียงกับเซลล์ที่มีช่องการไหลมุมฉากพบว่าเซลล์ที่มีช่องการไหลเอียงด้านแคโทดเกิดน้ำด้านแคโทดมากที่สุด ทำให้เมมเบรนแห้ง ดังนั้นสมรรถนะจึงต่ำสุด ส่วนเซลล์ที่มีช่องการไหลเอียงด้านแอโนดเกิดน้ำน้อยสุด การแพร่ของความชื้นย้อนกลับจะส่งเสริมให้เมมเบรนมีความชื้นช่วยให้การนำโปรตอนได้ดี จึงมีสมรรถนะสูง กระแสของเซลล์ที่มีช่องการไหลเอียงด้านแอโนดมีค่าสูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

ในการวิจัยนี้จะสำเร็จลุล่วงไปไม่ได้ถ้าขาดบุคคลเหล่านี้ ซึ่งทางผู้ทำวิจัยขอกราบขอบ พระคุณ รศ.ดร. สุพันธ์ ลิ้มตระกูล ที่กรุณาให้คำปรึกษา และให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ อย่างยิ่งต่องาน วิจัยนี้ อีกทั้งให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาตลอดจนการตรวจและแก้ไขโครงการ นอกจากนี้ผู้ทำการ วิจัย

ข้าพเจ้าขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้ให้เงินทุนสนับสนุนการทำทดลอง และประเมินผลกระทบของผลิตภัณฑ์ในครั้งนี้ ทำให้โครงการประสบความสำเร็จ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รศ.ดร. เทอดไทย วัฒนธรรม และ ผศ.ดร. นันทิยา หาญสกุลกฤษณ์ ซึ่งกรุณามารับฟัง และช่วย แนะนำให้ โครงการนี้ปรับปรุงพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ คุณสุพัชรา ศรีจิว เจ้าหน้าที่ประจำ ภาควิชาวิศวกรรมเคมีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้คำแนะนำและ ช่วยเหลือ พร้อมทั้งให้ความรู้ในการใช้เครื่องมือต่างๆ

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ คุณอรรตพล ศิษย์เก่าปริญญาโทภาควิชา วิศวกรรมเคมี ที่ช่วยประกอบอุปกรณ์ต่างๆ และให้ความรู้ ทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ คุณธีระพันธ์และจินตนา นิสิตปริญญาโท ภาควิชา วิศวกรรมเคมี ที่คอยช่วยเหลือ และให้ความรู้ ทั้งภาคทฤษฎีและ ภาคปฏิบัติ

ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ และบุคลากรภาควิชาวิศวกรรมเคมีที่ คอยสนับสนุน ให้การช่วยเหลือ และให้คำแนะนำข้อมูลต่างๆ จึงทำให้ รายงานโครงการฉบับนี้ประสบความสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

Sunny E.Iyuke, Abu akarMohamad, Abdul Amir H. Kadhum, Wan R.W. Daud, ChebbiRachid, "Improved membrane and electrodeassemblies for proton exchange membrane fuel cells",Journal of Power Source 114(2003) 195-202

A.J.-J Kadjo, P.Brault, A. Cailard, C. Countanceau, J.-P. Garnier, S. Martemianov, 'Improvement of proton exchange membrane fuel cell electrical performance by optimization of operation parameters and electrode preparation.',Journal of Power Sources 172 (2007) 613-622

อรรตพล ศรีฟ้า.บัณฑิตวิทยาลัย,ภาควิชาวิศวกรรมเคมี,คณะวิศวกรรม ศาสตร์,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,2551