บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันทั่วโลกได้หันมาสนใจเกี่ยวกับพลังงานมากขึ้น เนื่องจากพลังงานที่ได้จากธรรมชาติ เช่น แก๊สธรรมชาติ และน้ำมันนับวันจะหมดไป เซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซด์ของแข็งเป็นอุปกรณ์กำเนิดกระแสไฟฟ้าที่สำคัญอันหนึ่ง สามารถให้กระแสไฟฟ้าโดยการเกิดปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีที่อุณหภูมิ 800 - 1000^{o}C โดยการใช้แก๊สไฮโดรเจนทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจน ข้อดีของเซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซด์ของแข็งคือมีประสิทธิ์ภาพสูง และเป็นแหล่งพลังงานสะอาด [1] เซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซด์ของแข็งแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ แบบท่อ (tube) และแบบแผ่น (planar) โดยแบบแผ่นได้รับความสนใจมากกว่า เพราะว่าให้กำลังไฟฟ้า (high power density) สูงกว่า และค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตต่ำกว่าแบบท่อ แต่สิ่งที่เป็นปัญหาสำหรับเซลล์เชื้อเพลิงแบบแผ่นคือการป้องกันแก๊สรั่ว โดยวัสดุป้องกันแก๊สรั่วทำหน้าที่ป้องกันแก๊สรั่วบริเวณขอบของเซลล์ (edges of cell), ระหว่างชั้นของเซลล์ (cell stack) และบริเวณที่มีแก๊สไหลผ่าน (gas manifold) โดยวัสดุป้องกันแก๊สรั่วทำหน้าที่ป้องกันการผสมกันระหว่างแก๊สไฮโดรเจนที่ขั้วแอโนดกับแก๊สออกซิเจนที่ขั้วแคโทดที่อุณหภูมิสูง ถ้าแก๊สทั้งสองชนิดเกิดการผสมกันจะเกิดการสันดาปทำให้เซลล์เชื้อเพลิงเกิดความเสียหายและไม่ได้กระแสไฟฟ้าออกมา [2] นอกจากนั้นถ้าแก๊สไฮโดรเจนรั่วเข้าไปที่ขั้วแคโทดจะทำให้ความดันย่อย (partial pressure) ของแก๊สออกซิเจนลดลง จะทำให้วัสดุที่ใช้ทำขั้วแคโทดคือ แลนทานัม สทรอนเซียม แมงกาไนต์ (lanthanum strontium manganite) เกิดปฏิกิริยารีดักชันทำให้ขั้วแคโทดเกิดความเสียหาย [3] และถ้าแก๊สออกซิเจนรั่วเข้าไปที่ขั้วแอโนดธาตุนิกเกิลที่อยู่ในวัสดุที่ใช้ทำขั้วแอโนดคือ นิกเกิล-อิตเตรีย สเตบิไลซ์เซอร์โคเนีย (Ni–yttria stabilized zirconia) จะสูญเสียสภาพในการทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) และนิกเกิลเกิดการขยายตัวทำให้ขั้วแอโนดถูกทำลาย ส่งผลให้ประสิทธิ์ภาพของเซลล์เชื้อเพลิงลดลง [2]

ได้มีผู้ศึกษาวัสดุที่นำมาใช้เป็นวัสดุป้องกันแก๊สรั่วในเซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซ์ของแข็งหลายชนิด เช่นแก้วอะลูมิโนซิลิเกต [1, 4, 5, 6, 7, 8] แก้วเซรามิกไมกา [3, 4, 9, 10, 11, 12, 13] กาวเซรามิกใช้งานที่อุณหภูมิสูง [6] และเส้นใยเซรามิก [14, 15] จากการที่ R.J. Boersma et al. [6] ศึกษากาวเซรามิกชนิด 503, 516, 571S และ 671 พบว่ากาวเซรามิกชนิด 503, 516, และ 671 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อนต่ำคือ 7 X 10^{-6} / ^{o}C สามารถยึดติดกับ 8YSZ และอะลูมินา แต่ก็หลุดเมื่อผ่านวัฏจักรความร้อน ส่วนกาวเซรามิกชนิด 571S มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อนสูงคือ 12.6 X 10^{-6} / ^{o}C ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับเซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซด์ของแข็ง ไม่ยึดติดกับ 8YSZ และได้ทำการทดสอบการรั่วระหว่างกาวเซรามิกชนิด 503 กับเหล็กกล้าไร้สนิมออสเทนนิติกเกรด DIN 1.4893 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อนสูงคือ 16X10^{-6}/ ^{o}C ที่

อุณหภูมิ 900 ^{O}C ผลคือเกิดการรั่วของแก๊ส เนื่องจากยังไม่มีผู้ทำการศึกษากาวเซรามิกอีกหลายชนิดที่มีค่าการขยายตัวทางความร้อนใกล้กับเซลล์เชื้อเพลิงคือ กาวเซรามิกชนิด 584, 645N, 685 และ 3062 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อน 11.7, 9.9, 10.8 และ 9 X 10^{-6} / ^{O}C ตามลำดับ ดังนั้นผู้ทำการวิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาการยึดติดกับเหล็กกล้าไร้สนิมเกรดเฟอร์ริติกซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อน 12.5 X 10^{-6} / ^{O}C (800^{O}C) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับส่วนต่างๆ ของเซลล์เชื้อเพลิง นอกจากนั้นจะทำการทดสอบการเข้ากันได้ทางเคมีกับส่วนต่างๆ ของเซลล์ X. Qi. et al. [16] ศึกษาวัสดุป้องกันการรั่วของแก๊สแบบวัสดุเชิงประกอบ โดยใช้แก้วไพเรกซ์ผสมกับผง $SrCe_{0.95}Tb_{0.05}O_3$ (SCT) ซึ่งเป็นผงของตัวนำไอออนเมมเบรน (ionic conducting membrane) และสารเติมแต่งคือโซเดียมอะลูมิเนต พบว่าสามารถป้องกันการรั่วของแก๊สได้ดีที่อุณหภูมิ 900^{O}C โดยมีอัตราการรั่ว 0.0013 cm^3 / min . cm^2 ผู้วิจัยจึงมีความสนใจจะศึกษาเพิ่มเติมโดยเปลี่ยนจากผง SCT เป็นผง 8YSZ และทำการทดสอบสมบัติการยึดติด การขยายตัวทางความร้อน การเข้ากันได้ทางเคมีกับส่วนต่างของเซลล์ และอัตราการรั่วของแก๊สเมื่อทดสอบกับเหล็กกล้าไร้สนิมเกรดเฟอร์ริติกและกับเพลเล็ตของ YSZ S .Taniguchi et al [14] ศึกษาการใช้เส้นใยเซรามิกที่มีส่วนผสมของซิลิกา และอะลูมินา 52 และ 48 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก หุ้มอิเล็กโทรไลต์ โดยเส้นใยเซรามิกช่วยลดความเค้นที่เกิดจากวัสดุป้องกันแก๊สรั่วสัมผัสกับอิเล็กโทรไลต์โดยตรง ผลคือช่วยให้ความหนาแน่นกำลังไฟฟ้า (power density) มีค่าสูงคือ 0.26 W / m^2 การนำเส้นใยเซรามิกมาทำเป็นวัสดุป้องกันแก๊สรั่วนี้ยังมีข้อมูลน้อย จึงทำการศึกษาความสามารถในการป้องกันการรั่วของแก๊สโดยนำเส้นใยเซรามิก 650 มาใช้ร่วมกับวัสดุป้องกันแก๊สรั่วแบบวัสดุเชิงประกอบของแก้วไพเรกซ์ผสมกับผง YSZ

จุดประสงค์ของการทดลอง ต้องการที่จะศึกษาชนิดของกาวเซรามิกเพิ่มเติมคือชนิด 516, 569, 571, 575, 586, 685, 835 และ 3062 จากที่ได้มีการศึกษามาแล้วบางชนิดคือ 503, 516, 571S และ 671 และศึกษาวัสดุป้องกันแก๊สรั่วแบบวัสดุเชิงประกอบนำแก้วไพเรกซ์ผสมกับผงอิเล็กโทรไลต์ YSZ และสารเติมแต่งคือโซเดียมอะลูมิเนตจำนวน 5 สูตร โดยศึกษาการยึดติดกับเหล็กกล้าไร้สนิมและกับเพลเล็ตของอิเล็กโทรไลต์ YSZ, การเข้ากันได้ทางเคมีกับส่วนต่างๆของเซลล์, ค่าความพรุนปรากฏ และวัดอัตราการรั่วของแก๊สของวัสดุป้องกันแก๊สรั่วทั้ง 2 ชนิด ที่อุณหภูมิ 800 ^{O}C และยังศึกษาอัตราการรั่วของแก๊สโดยนำวัสดุป้องกันแก๊สรั่วแบบวัสดุเชิงประกอบมาใช้ร่วมกับเส้นใยเซรามิก 650

1.1 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย

1.1.1 ศึกษาชนิดของกาวเซรามิกเพิ่มเติมคือชนิด 516, 569, 571, 575, 586, 685, 835 และ 3062 โดยศึกษาการยึดติดกับเหล็กกล้าไร้สนิมและกับเพลเล็ตของอิเล็กโทรไลต์ YSZ การเข้ากันได้

ทางเคมีกับส่วนต่างๆของเซลล์ ค่าความพรุนปรากฏ และวัดอัตราการรั่วของแก๊สกับหน้าแปลนเหล็กกล้าไร้สนิมที่อุณหภูมิ 800 ^{o}C

1.1.2 ศึกษาวัสดุป้องกันแก๊สรั่วแบบวัสดุเชิงประกอบนำแก้วไพเรกซ์มาผสมกับผงอิเล็กโทรไลต์ YSZ และสารเติมแต่งคือโซเดียมอะลูมิเนตจำนวน 5 สูตร โดยศึกษาการยึดติดกับเหล็กกล้าไร้สนิมและกับเพลเล็ตของอิเล็กโทรไลต์ YSZ ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อน การเข้ากันได้ทางเคมีกับส่วนต่างๆของเซลล์ ค่าความพรุนปรากฏ และวัดอัตราการรั่วของแก๊สของวัสดุป้องกันแก๊สรั่วกับหน้าแปลนเหล็กกล้าไร้สนิมและกับเพลเล็ตของYSZ ที่อุณหภูมิ 800^{o}C

1.1.3 วัดอัตราการรั่วของแก๊สกับหน้าแปลนเหล็กกล้าไร้สนิมที่อุณหภูมิ 800^{o}C โดยนำวัสดุป้องกันแก๊สรั่วแบบวัสดุเชิงประกอบในข้อ 1.1.2 มาใช้ร่วมกับเส้นใยเซรามิก 650

1.2 ความสำคัญหรือประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.2.1 เพื่อหาวัสดุป้องกันแก๊สรั่วที่มีความสามารถป้องกันแก๊สรั่วได้ดี และมีผลกระทบต่อเซลล์เชื้อเพลิงน้อยที่สุด

1.2.2 เพื่อนำวัสดุป้องกันแก๊สรั่วที่มีความสามารถป้องกันแก๊สรั่วได้ดีที่สุด ไปใช้งานในเซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซด์ของแข็ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย