บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เนื่องจากในปัจจุบันมีการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ในทุกๆด้าน จึงเป็นเหตุให้มีความต้องการทางด้านพลังงานมากขึ้น โดยเฉพาะความต้องการพลังงานไฟฟ้า พลังงานที่มีอยู่ได้ถูกใช้ไปเรื่อยๆ และมีแนวโน้มว่ากำลังจะหมดไปในอนาคต ซึ่งพลังงานไฟฟ้าที่มีอยู่ในปัจจุบันได้มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงเพื่อผลิตเป็นพลังงานความร้อน แล้วแปรรูปเป็นพลังงานกลและพลังงานไฟฟ้าตามลำดับ จะสังเกตเห็นได้ว่าการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากกระบวนการเหล่านี้ต้องผ่านกระบวนการแปรรูปพลังงานหลายขั้นตอนกว่าจะได้พลังงานไฟฟ้าในลำดับสุดท้ายจึงเป็นเหตุให้มีการสูญเสียพลังงานในขั้นตอนต่างๆได้ง่าย นอกจากนี้การเผาไหม้เชื้อเพลิงยังก่อให้เกิดปัญหามลพิษกับสิ่งแวดล้อมในทุกๆด้าน ทั้งมลพิษทางเสียง มลพิษทางอากาศ ในปัจจุบันได้มีการค้นหาแหล่งพลังงานแหล่งใหม่เพื่อนำมาทดแทนแหล่งพลังงานเก่าอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะแหล่งพลังงาน เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cells) ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจและกำลังเป็นที่ศึกษาค้นคว้ากันอย่างกว้างขวางในหลายประเทศ เซลล์เชื้อเพลิงเป็นเครื่องมือหนึ่งที่จะเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นกระแสไฟฟ้าโดยตรง ด้วยกระบวนการทางเคมีไฟฟ้า (Electrochemical Process) จึงเป็นเหตุให้เซลล์เชื้อเพลิงมีประสิทธิภาพในการให้พลังงานสูงเมื่อเทียบกับการผลิตกระแสไฟฟ้าแบบเดิมเนื่องจากสูญเสียพลังงานน้อยกว่า นอกจากนี้เซลล์เชื้อเพลิงถือเป็นแหล่งพลังงานที่สะอาด เนื่องจากสิ่งที่ปล่อยออกมามีเพียงน้ำและความร้อนเท่านั้น จึงไม่ทำให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม

เซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้กันในปัจจุบันมีหลายประเภทแบ่งตามความเหมาะสมในการใช้งานและชนิดของอิเล็กโทรไลต์ เซลล์เชื้อเพลิงประเภทหนึ่งที่น่าสนใจคือ เซลล์เชื้อเพลิงประเภทเยื่อแผ่นแลกเปลี่ยนโปรตอน (Proton Exchange Membrane Fuel Cell, PEMFC) เนื่องจากเซลล์เชื้อเพลิงแบบนี้สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิและความดันต่ำ ส่วนประกอบของเซลล์ไม่ซับซ้อน สามารถออกแบบให้มีขนาดเล็กได้ องค์ประกอบหลักที่สำคัญของเซลล์เชื้อเพลิงแบบเยื่อแผ่นแลกเปลี่ยนโปรตอนได้แก่ ขั้วไฟฟ้าแอโนดและขั้วไฟฟ้าแคโทด โดยเซลล์เชื้อเพลิงประเภทนี้มีหลักการทำงาน คือ ป้อนแก๊สเชื้อเพลิงเข้าทางด้านขั้วแอโนด แก๊สเชื้อเพลิงจะเกิดการแตกตัวได้ทั้งโปรตอนและอิเล็กตรอนโดยปฏิกิริยานี้จะเกิดที่ตัวเร่งปฏิกิริยาแพลทินัมบนขั้วไฟฟ้า โปรตอนจะวิ่งจากขั้วไฟฟ้าแอโนดไปยังขั้วไฟฟ้าแคโทด โดยผ่านแผ่นเยื่อแลกเปลี่ยนโปรตอนในขณะที่อิเล็กตรอนจะวิ่ง

จากขั้วไฟฟ้าแอโนดไปยังขั้วไฟฟ้าแคโทด โดยวิ่งผ่านวงจรไฟฟ้าที่อยู่ภายนอกเซลล์เชื้อเพลิงแบบเยื่อแลกเปลี่ยนโปรตอน แก๊สเชื้อเพลิงที่นิยมใช้กันมากสำหรับเซลล์เชื้อเพลิงแบบเยื่อแผ่นแลกเปลี่ยนโปรตอนคือแก๊สไฮโดรเจนบริสุทธิ์ แก๊สไฮโดรเจนที่ได้มาจากกระบวนการวอเตอร์แก๊สชิฟ (water-gas shift reaction) หรือแก๊สไฮโดรเจนที่ได้จากกระบวนการรีฟอร์มมิงของ แก๊สไฮโดรคาร์บอนที่มีองค์ประกอบของไฮโดรเจน กระแสไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์เชื้อเพลิงแบบเยื่อแผ่นแลกเปลี่ยนโปรตอนจะมากหรือน้อยส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับความบริสุทธิ์ของแก๊สเชื้อเพลิงที่ป้อนเข้าขั้วแอโนด หากแก๊สเชื้อเพลิงที่ป้อนเข้ามีการปนเปื้อนของแก๊สที่เป็นพิษต่อตัวเร่งปฏิกิริยาแพลทินัม ก็จะทำให้กระแสไฟฟ้าที่ได้น้อยลงอย่างมาก โดยพบว่าเชื้อเพลิงประเภทไฮโดรคาร์บอนเมื่อผ่านกระบวนการรีฟอร์มมิงจะได้แก๊สไฮโดรเจนและแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ระดับความเข้มข้นประมาณ 10 % โดยปริมาตร และหากนำไปผ่านกระบวนการวอเตอร์แก๊สชิฟจะทำให้ระดับความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ลดลงเหลือประมาณ 1 % โดยปริมาตร ถึงแม้ระดับความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ปนเปื้อนในแก๊สไฮโดรเจนจนมีระดับต่ำประมาณหนึ่งในล้านส่วน ก็มีผลทำให้กระแสไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์เชื้อเพลิงแบบเยื่อแผ่นแลกเปลี่ยนโปรตอน โดยใช้แก๊สเชื้อเพลิงไฮโดรเจนที่มีการปนเปื้อนของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ลดลงอย่างมาก ที่เป็นเช่นนี้เพราะแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์มีความเป็นพิษต่อตัวเร่งปฏิกิริยาแพลทินัมสามารถดูดซับบนผิวของตัวเร่งปฏิกิริยาแพลทินัมได้ดีกว่าแก๊สไฮโดรเจนทำให้แพลทินัมไม่สามารถทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาการแตกตัวของแก๊สไฮโดรเจนอีกต่อไป จึงเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงแบบเยื่อแผ่นแลกเปลี่ยนโปรตอนลดลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาถึงวิธีการลดปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ปนเปื้อนในแก๊สไฮโดรเจนโดยจำลองมาจากแก๊สไฮโดรเจนที่ได้มาจากกระบวนการวอเตอร์แก๊สชิฟ ในการศึกษานี้ต้องการลดปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ให้มากที่สุดก่อนเข้าสู่เซลล์เชื้อเพลิงแบบแผ่นเยื่อแลกเปลี่ยนโปรตอน โดยอาศัยปฏิกิริยาออกซิเดชันของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์หรือกระบวนการ Preferential Oxidation of Carbonmonoixde (PROX) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงประเภทนี้ โดยศึกษาถึงตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อการเลือกเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ในบรรยากาศของแก๊สไฮโดรเจนเพื่อหาภาวะที่เหมาะสมที่เกิดปฏิกิริยาได้ดีที่สุด

ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ศึกษาในกระบวนการ Preferential Oxidation ส่วนใหญ่เป็นโลหะตัวเดียวและโลหะที่มีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยามากที่สุดในปฏิกิริยานี้ คือ แพลทินัม (Pt) แต่มีข้อเสียคือราคาของแพลทินัมค่อนข้างสูง และแพลทินัมมักทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิสูง อีกทั้งยังหาตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นแบบโลหะตัวเดียว และมีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาเท่ากับแพลทินัมยังไม่ได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจแพลทินัมเป็นตัวหลักและใช้โลหะตัวอื่นมาผสมคือ แพลเลเดียม เนื่องจากแพลทินัมกับแพลเลเดียมอยู่ในกลุ่มเดียวกันในตารางธาตุย่อมมีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกัน อีกทั้งราคาของแพลเลเดียมถูกกว่าแพลทินัม จึงน่าจะทำให้ต้นทุนในการผลิตตัวเร่งปฏิกิริยาต่ำลง นอกจากนี้ แพลทินัม (Pt) ซึ่งเป็นโลหะที่ว่องไวการเกิดปฏิกิริยาได้ดีในกระบวนการ Preferential Oxidation ในขณะที่ แพลเลเดียม (Pd) เป็นโลหะที่ว่องไวการเกิดปฏิกิริยาได้ดีในกระบวนการ CO Oxidation [2]

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ศึกษาการลดปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ปนเปื้อนในแก๊สไฮโดรเจน ซึ่งเป็นแก๊สเชื้อเพลิงของเซลล์เชื้อเพลิงแบบเยื่อแผ่นแลกเปลี่ยนโปรตอน โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบโลหะผสมระหว่างแพลทินัมกับแพลเลเดียม
2. ศึกษาหาภาวะ และอัตราส่วนที่เหมาะสมของโลหะผสมระหว่างแพลทินัมกับแพลเลเดียมบนตัวเร่งปฏิกิริยา ในการลดปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ปนเปื้อนในแก๊สไฮโดรเจน

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการลดปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ในกระแสเชื้อเพลิงของเซลล์เชื้อเพลิงโดยตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา คือ ประเภทของตัวรองรับซีเรีย อุณหภูมิที่ใช้ในการเผาตัวเร่งปฏิกิริยา สัดส่วนของโลหะแพลทินัมและแพลเลเดียมบนตัวรองรับซีเรีย ปริมาณที่ใช้ของโลหะแพลทินัมและแพลเลเดียมบนตัวรองรับซีเรีย ความเข้มข้นของไอน้ำ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจนและศึกษาผลกระทบของการนำไอน้ำผสมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ภาวะที่เหมาะสมและตัวเร่งปฏิกิริยาโลหะแบบผสมระหว่างแพลทินัมและแพลเลเดียมที่สามารถลดปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ปนเปื้อนในแก๊สไฮโดรเจนซึ่งเป็นแก๊สเชื้อเพลิงของเซลล์เชื้อเพลิงแบบเยื่อแผ่นแลกเปลี่ยนโปรตอนโดยผ่านกระบวนการพรีเฟอร์เรนเชียนออกซิเดชัน (Preferential Oxidation, PROX)