# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในช่วงศตวรรษที่ผ่านมา แหล่งพลังงานที่ใช้ส่วนใหญ่ได้จากน้ำมันเชื้อเพลิง แต่ความต้องการที่เพิ่มขึ้นและแหล่งผลิตที่มีอยู่จำกัดทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิง อีกทั้งการใช้พลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงยังมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม จากเหตุดังกล่าวจึงได้มีการค้นคว้าและพัฒนาแหล่งพลังงานเพื่อทดแทนพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิง เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานความร้อนใต้พิภพและพลังงานเซลล์เชื้อเพลิง ซึ่งพลังงานเหล่านี้เป็นพลังงานที่สะอาดและไม่ก่อมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะเซลล์เชื้อเพลิงเป็นเทคโนโลยีด้านพลังงานที่กำลังมีการศึกษาวิจัยและพัฒนากันอย่างกว้างขวาง [1]

เซลล์เชื้อเพลิงให้กำเนิดกระแสไฟฟ้าได้โดยอาศัยปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี ซึ่งคล้ายกับหลักการทำงานของแบตเตอรี่ เพียงแต่แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานที่แน่นอน ทำหน้าที่เป็นตัวเก็บประจุและจ่ายประจุ ในการใช้งานจึงต้องทำการชาร์จกระแสไฟฟ้าก่อนนำไปใช้งาน และต้องชาร์จกระแสไฟฟ้าใหม่เมื่อหมดแรงดัน กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในเซลล์เชื้อเพลิงนั้นมาจากการเกิดออกซิเดชันและรีดักชันที่ขั้วไฟฟ้าแต่ละด้าน เมื่อต่อขั้วไฟฟ้าจะก่อให้เกิดการไหลเวียนของอิเล็กตรอน โดยทั่วไปแล้วเชื้อเพลิง (Fuel) ที่เป็นตัวอย่างของปฏิกิริยาเคมีคือ แก๊สไฮโดรเจน และมีแก๊สออกซิเจนเป็นสารออกซิแดนซ์ (Oxidant) ปฏิกิริยารีดักชันของแก๊สออกซิเจนนั้นเกิดขึ้นที่ขั้วแคโทด และปฏิกิริยาออกซิเดชันของไฮโดรเจนเกิดขึ้นที่ขั้วแอโนด อิเล็กตรอนจึงไหลจากขั้วแอโนดผ่านวงจรไปที่ขั้วแคโทดเพื่อทำปฏิกิริยา

เซลล์เชื้อเพลิงจัดว่าเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะถ้าใช้แก๊สไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงจะไม่ก่อให้เกิดมลพิษเลยเพราะสิ่งที่ได้ออกมานั้นคือ น้ำบริสุทธิ์ ซึ่งสามารถใช้บริโภคได้ในกรณีของนักบินอวกาศ แก๊สพิษอื่น ๆ เช่น $NO_x$ และ $SO_x$ จะมีปริมาณน้อยกว่าที่เกิดจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้พลังงานความร้อน เพราะอุณหภูมิที่ใช้ต่ำกว่ามาก นอกจากเรื่องมลพิษแล้ว ไม่มีส่วนใดในเซลล์ที่เคลื่อนที่จึงไม่ก่อให้เกิดเสียงดังรบกวน สามารถติดตั้งไว้ในเมืองหรือแหล่งชุมชนได้ แม้ในบ้านเรือนที่มีพื้นที่จำกัดก็สามารถนำมาติดตั้งได้ เพราะใช้พื้นที่น้อย และแบ่งการใช้งานเป็นแบบมอดูล (Module) จึงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานแม้ว่าจะใช้กำลังไฟฟ้าต่างกัน ประสิทธิภาพการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงแบบอุณหภูมิสูงนั้น หากนำมาประกอบการใช้งานกับเครื่องยนต์แบบกังหันแก๊ส จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพได้อีกจนคาดว่าอาจสูงถึงร้อยละ 75

แม้ว่าเซลล์เชื้อเพลิงจะมีข้อดีมากมาย แต่ในขณะนี้รถยนต์เซลล์เชื้อเพลิงยังมีราคาที่สูงมากกว่าเครื่องยนต์สันดาปภายในอยู่หลายเท่า จึงต้องมีการวิจัยและพัฒนาทางด้านวิศวกรรมเพื่อค้นหาวิธีการผลิตและการประกอบที่มีประสิทธิภาพดีและเหมาะสม เพื่อนำมาใช้ในเชิงพาณิชย์ ในอนาคตอันใกล้นี้ เซลล์เชื้อเพลิงที่จะเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันคือ ยานยนต์เพื่อสิ่งแวดล้อม และจากนั้นจึงจะใช้เป็นเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า เพื่อเข้ามาแทนที่เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าประสิทธิภาพต่ำและก่อมลภาวะในปัจจุบัน [2]

โดยทั่วไปในเซลล์เชื้อเพลิงนิยมใช้แผ่นนำไฟฟ้าสองขั้ว (Bipolar plate) ที่ทำมาจากแกรไฟต์เนื่องจากทนต่อการกัดกร่อนได้ดี อีกทั้งมีสภาพความต้านทานไฟฟ้าน้อยมาก (Low bulk resistivity) แต่แกรไฟต์มีราคาแพงและการขึ้นรูปค่อนข้างยากเนื่องจากเปราะ ดังนั้นในปัจจุบันจึงได้มีการพัฒนาวัสดุต่างๆ เพื่อทำแผ่นนำไฟฟ้าสองขั้วแทนแกรไฟต์ เช่น โลหะ เนื่องจากมีความสามารถในการนำไฟฟ้าได้ดี ราคาต่ำ สมบัติเชิงกลดีและขึ้นรูปได้ง่าย อย่างไรก็ตามเมื่อนำแผ่นนำไฟฟ้าสองขั้วที่ทำจากโลหะมาใช้ในภาวะการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิง พบว่าไม่สามารถทนต่อการกัดกร่อนได้ เป็นผลให้มีการพัฒนาโลหะโดยการเคลือบ อย่างไรก็ตามวิธีนี้สามารถลดการเกิดการกัดกร่อนได้แต่ไปเพิ่มความต้านทานหน้าสัมผัส (Contact resistance) ดังนั้นอีกทางเลือกหนึ่งคือ การทำแผ่นนำไฟฟ้าสองขั้วแบบคอมโพสิต (Composite bipolar plate) ซึ่งราคาต่ำ ง่ายต่อการขึ้นรูป ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีและน้ำหนักเบา [3-4]

ด้วยเหตุนี้ในงานวิจัยนี้จึงศึกษาการเตรียมแผ่นนำไฟฟ้าสองขั้วจากพอลิเมอร์คอมโพสิตเพื่อใช้ในเซลล์เชื้อเพลิงแบบเยื่อแผ่นแลกเปลี่ยนโปรตอน (Proton Exchange Membrane Fuel Cell) โดยใช้พอลิพรอพิลีนเป็นพอลิเมอร์เมตริกซ์และใช้สารเติมแต่ง เช่น อะเซทิลีนแบล็ค เส้นใยคาร์บอนและแกรไฟต์เป็นสารนำไฟฟ้า

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นนำไฟฟ้าสองขั้วแบบคอมโพสิตในการนำไปประยุกต์ใช้กับเซลล์เชื้อเพลิงแบบเยื่อแผ่นแลกเปลี่ยนโปรตอน
2. เพื่อประยุกต์ใช้วัสดุพอลิเมอร์กับงานด้านเซลล์เชื้อเพลิง

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. เตรียมแผ่นนำไฟฟ้าสองขั้วจากพอลิเมอร์ผสมระหว่างอะเซทิลีนแบล็ค แกรไฟต์ เส้นใยคาร์บอนกับพอลิพรอพิลีน โดยใช้เครื่องผสมภายนอก
2. ขึ้นรูปพอลิเมอร์ผสมด้วยเครื่องอัดแบบขึ้นรูป (Compression molding)
3. ศึกษาสมบัติทางไฟฟ้า สมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ผสม
4. ศึกษาโครงสร้างสัณฐานวิทยาของพอลิเมอร์ผสมด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscopy

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้อัตราส่วนที่เหมาะสมของอะเซทิลีนแบล็ค แกรไฟต์ เส้นใยคาร์บอนและพอลิพรอพิลีน สำหรับการเตรียมแผ่นนำไฟฟ้าสองขั้ว
2. สามารถเตรียมแผ่นนำไฟฟ้าสองขั้วจากพอลิเมอร์ผสมได้ ซึ่งมีราคาไม่แพง น้ำหนักเบาและทนต่อการกัดกร่อน
3. เป็นแนวทางในการผลิตแผ่นนำไฟฟ้าสองขั้วเพื่อใช้ในเซลล์เชื้อเพลิง