บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันโลกกำลังประสบปัญหาขาดแคลนพลังงานเป็นอย่างมาก เนื่องจากพลังงานที่ใช้อยู่นั้นเป็นพลังงานที่เกิดจากการทับถมของซากพืชซากสัตว์เป็นเวลาหลายล้านปี เช่น น้ำมัน ปิโตรเลียม ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น ซึ่งจะหมดไปในอนาคต ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาพลังงานอื่นมาทดแทนพลังงานเหล่านี้ ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานอันมหาศาลและมีอยู่แทบทุกที่บนโลก และไม่ต้องซื้อหา ดังนั้นถ้าเราสามารถนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ เราจะมีพลังงานใช้อย่างมหาศาล อีกทั้งพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง โดยอาศัยปรากฏการณ์โฟโตโวลทาอิก (Photovoltaic Effect) ซึ่งถูกค้นพบครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1839 โดย Antonie César Becquerel นักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศส พบว่ามีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นเมื่อมีแสงตกกระทบขั้วไฟฟ้าโลหะของเซลล์อิเล็กโตรไลติก และในปี ค.ศ. 1941 Russel Ohl พัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดรอยต่อพีเอ็นของสารกึ่งตัวนำผลึกเดี่ยวซิลิคอน ณ ห้องปฏิบัติการเบลล์ ต่อมาในปี ค.ศ. 1954 Chapin และคณะได้สร้างเซลล์แสงอาทิตย์ที่เป็นรอยต่อพีเอ็นของสารกึ่งตัวนำซิลิคอน แม้ว่าในปัจจุบันจะมีเซลล์แสงอาทิตย์ที่ให้ประสิทธิภาพสูง เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิกอน เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลิคอน เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกแกลเลียมอาร์เซไนด์แต่ก็ยังมีปัญหาที่มีราคาแพงมากอีกทั้งกระบวนการผลิตที่ยุ่งยากซับซ้อน กระบวนการผลิตต้องใช้สารเคมีที่เป็นพิษกับสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงทำให้มีการคิดค้นเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดใหม่ขึ้นมาทดแทน เพื่อให้มีกระบวนการผลิตที่ง่ายและราคาถูกลง เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดใหม่ที่กำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมากนี้คือ เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง (Dye-Sensitized Solar Cell: DSSC) ซึ่งเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้ถูกพัฒนามาจากเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดหัวต่อสารกึ่งตัวนำของเหลว (Semiconductor/Liquid Junction Photovoltaic Cell) ถึงแม้เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงจะให้ประสิทธิภาพที่ต่ำกว่าเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิกอน แต่ด้วยกระบวนการผลิตที่ง่าย ราคาต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าและให้ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ จึงอาจจะเป็นทางออกหนึ่งในการแก้ปัญหาพลังงานในอนาคตได้ เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงมีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 3 ส่วน คือ 1.ขั้วเวิกร์กิ้ง 2.ขั้วเคาน์เตอร์ และ 3.อิเล็คโตรไลต์ ขั้วเคาน์เตอร์นั้นมีความสำคัญอย่างมากในระบบซึ่งทำหน้าที่เป็นขั้วที่เกิดปฏิกิริยาเพื่อส่งอิเล็กตรอนให้กับอิเล็คโตรไลต์ แพลทินัมเป็น

วัสดุที่นิยมนำมาใช้มากที่สุดเพราะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ดี และทนต่อการกัดกร่อน แต่เนื่องจากแพลทินัมมีราคาแพงมากจึงมีการหาวัสดุอื่นมาเพื่อใช้ทดแทน เช่น คาร์บอนแบล็ก ท่อนาโนคาร์บอนและโพลิเมอร์นำไฟฟ้า เป็นต้น

ดังนั้นในโครงการวิจัยนี้จึงเลือกใช้ท่อนาโนคาร์บอนชนิดผนังหลายชั้นซึ่งมีราคาถูกผสมกับโพลิเมอร์ชนิดไม่นำไฟฟ้าและชนิดนำไฟฟ้าเพื่อใช้เป็นขั้วเคาน์เตอร์ในเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง โดยศึกษาการเคลือบฟิล์มและลักษณะของฟิล์ม ศึกษาคุณสมบัติของการเกิดปฏิกิริยาของฟิล์ม ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ ความต้านทานเชิงซ้อนของเซลล์

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงบนกระจกนำไฟฟ้า

1.2.1.1 ใช้ฟิล์มท่อนาโนคาร์บอนชนิดผนังหลายชั้น ผสมกับโพลิเมอร์ไม่นำไฟฟ้าชนิดโพลิไวนิลไอดีน ฟลูออไรด์ (Poly(Vinylidene Fluoride): PVDF) เป็นขั้วเคาน์เตอร์บนฐานรองกระจกนำไฟฟ้า ศึกษาผลของระยะเวลาในการอบฟิล์มเคาน์เตอร์ การปรับแต่งผิวท่อนาโนคาร์บอนด้วยกรดไนตริกและกรดซัลฟิวริก ต่อประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์

1.2.1.2 ใช้ฟิล์มท่อนาโนคาร์บอนชนิดผนังหลายชั้น ผสมกับโพลิเมอร์นำไฟฟ้าชนิดโพลิ(3,4-เอทิลีนไดออกซีไทโอฟีน)-โพลิ(สทีรีน ซันโฟเนท) (Poly(3,4-Ethylendioxythiophene)-Poly(Styrene Sulfonate): PEDOT-PSS) เป็นขั้วเคาน์เตอร์บนฐานรองกระจกนำไฟฟ้า ศึกษาผลของปริมาณท่อนาโนคาร์บอนในฟิล์มเคาน์เตอร์ต่อประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ ศึกษาความเสถียร (Stability) ของเซลล์แสงอาทิตย์

1.2.2 ประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงบนพลาสติกนำไฟฟ้า

1.2.2.1 ใช้ฟิล์มท่อนาโนคาร์บอนชนิดผนังหลายชั้น ผสมกับโพลิเมอร์ไม่นำไฟฟ้าชนิดโพลิไวนิลไอดีน ฟลูออไรด์ (Poly(Vinylidene Fluoride): PVDF) เป็นขั้วเคาน์เตอร์บนฐานรองพลาสติกนำไฟฟ้า ศึกษาผลของการปรับแต่งผิวท่อนาโนคาร์บอนด้วยกรดไนตริกและกรดซัลฟิวริกต่อประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์

1.2.2.2 ใช้ฟิล์มท่อนาโนคาร์บอนชนิดผนังหลายชั้น ผสมกับโพลิเมอร์นำไฟฟ้าชนิดโพลิ(3,4-เอทิลีนไดออกซีไทโอฟีน)-โพลิ(สทีรีน ซันโฟเนท) (Poly(3,4-Ethylendioxythiophene)-Poly(Styrene Sulfonate): PEDOT-PSS) เป็นขั้วเคาน์เตอร์บนฐานรองพลาสติกนำไฟฟ้า ศึกษาผลของปริมาณท่อนาโนคาร์บอนในฟิล์มเคาน์เตอร์ต่อประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 เตรียมฟิล์มจาก MWCNTs ผสมโพลิเมอร์ชนิด PVDF หรือโพลิเมอร์ชนิด PEDOT-PSS เพื่อใช้เป็นขั้วเคาน์เตอร์ใน DSSC ด้วยเทคนิค Doctor Blading

1.3.2 ศึกษาลักษณะสัณฐาน และคุณสมบัติการเกิดปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีของฟิล์มขั้วเคาน์เตอร์ที่เตรียมได้ ด้วยเทคนิค SEM และ Cyclic Voltammetry (CV)

1.3.3 ประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงที่ใช้ท่อนาโนคาร์บอนชนิดผนังหลายชั้น ผสมกับโพลิเมอร์ชนิด PVDF หรือโพลิเมอร์ชนิด PEDOT-PSS เป็นขั้วเคาน์เตอร์

1.3.4 ศึกษาประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงที่ประดิษฐ์ขึ้น

1.3.5 ศึกษาความต้านทานเชิงซ้อนของ DSSC โดยเทคนิค Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS)

1.4 สถานที่ทำการวิจัย

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถประดิษฐ์ขั้วเคาน์เตอร์จาก ท่อนาโนคาร์บอน ผสมโพลิเมอร์ชนิด PVDF หรือโพลิเมอร์ชนิด PEDOT-PSS เพื่อทดแทนการใช้ขั้วแพลทินัมได้

1.6 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์

โครงสร้างของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ประกอบด้วย 5 บท คือ บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงความเป็นมาความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขต สถานที่ และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบด้วยโครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ หลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ การวัดประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ และคุณสมบัติของท่อนาโนคาร์บอน บทที่ 3 วิธีการวิจัย แสดงถึงการประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ขั้วไฟฟ้าโปร่งแสงเป็นแบบกระจกและแบบพลาสติก ที่ใช้ท่อนาโนคาร์บอนเป็นขั้วเคาน์เตอร์ การศึกษาลักษณะของฟิล์ม คุณสมบัติของฟิล์มด้วยเทคนิคต่างๆ รวมทั้งการทดสอบประสิทธิภาพของเซลล์ บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล ในบทนี้แสดงผลลักษณะของฟิล์ม คุณสมบัติของฟิล์ม ผลการวัดประสิทธิภาพ รวมทั้งการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และพิจารณาความสัมพันธ์ต่างๆ ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ ส่วนสุดท้ายคือ บทที่ 5เป็นการสรุปผลของการทำวิทยานิพนธ์