บทที่ 1 บทนำ

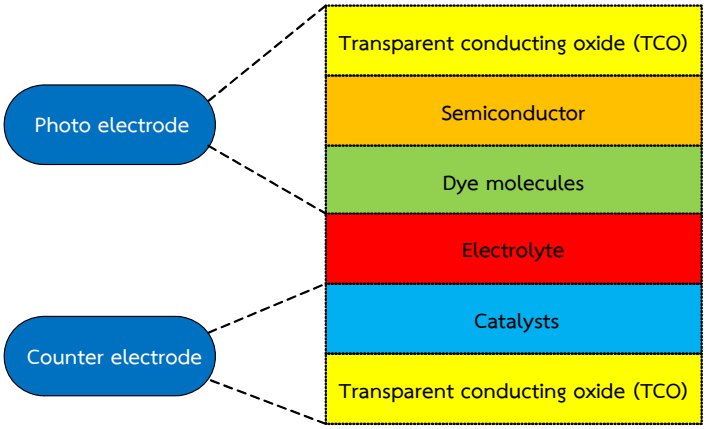
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

พลังงานไฟฟ้าถือได้ว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ โดยส่วนใหญ่แหล่งพลังงานจะมาจากก๊าซธรรมชาติหรือน้ำมันเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งนับวันแหล่งพลังงานจากซากฟอสซิลนี้มีแต่ที่จะหมดลงไปจากโลกและส่งผลกระทบทำให้ราคาค่าไฟฟ้ามีต้นทุนที่สูงขึ้น ดังนั้นจึงมีการคิดค้นหาแหล่งพลังงานที่สามารถทดแทนแหล่งพลังงานในรูปแบบต่างๆ ซึ่งหนึ่งในพลังงานทดแทนที่ได้รับความนิยมก็คือพลังงานแสงอาทิตย์อันเนื่องจากเป็นแหล่งพลังงานจากธรรมชาติที่มีพลังงานที่สูงและมีปริมาณที่มาก โดยปกติการนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์นั้นจะทำได้ 2 ลักษณะ กล่าวคือ การนำพลังงานแสงอาทิตย์เปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน และการนำพลังงานแสงอาทิตย์เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการนำพลังงานแสงอาทิตย์เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าจะต้องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เรียกว่าเซลล์แสงอาทิตย์หรือโซล่าเซลล์ แต่ในปัจจุบันเซลล์แสงอาทิตย์ยังคงมีราคาสูงเมื่อเทียบกับหน่วยของพลังงานที่ได้รับกับต้นทุนในการผลิต

ปัจจุบันเทคโนโลยีของเซลล์แสงอาทิตย์มีอยู่ 2 ประเภทคือ แบบใช้สารกึ่งตัวนำชนิดซิลิกอน (Silicon based) กับ ประเภทที่ไม่ใช้สารกึ่งตัวนำชนิดซิลิกอน (Non-Silicon based) ซึ่งเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ในปัจจุบันส่วนมากใช้เทคโนโลยีของสารกึ่งตัวนำประเภทซิลิกอน [1] เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพมาอย่างยาวนาน แต่เนื่องจากการใช้สารกึ่งตัวนำประเภทซิลิกอนนำมาผลิตเป็นเซลล์แสงอาทิตย์มีวิธีการที่ยุ่งยากและซับซ้อนจึงทำให้ราคาของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้มีราคาสูง [2] ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงให้ความสำคัญกับการวิจัยเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีต้นทุนการผลิตที่ถูกลง [3] เช่น เซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อมไวแสง (Dye-sensitizer solar cell : DSSC) ซึ่งปกติเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้จะมีประสิทธิภาพที่ต่ำกว่าเซลล์แสงอาทิตย์แบบซิลิกอน [4] แต่ในแง่กลับกันกลับพบว่าต้นทุนในการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้มีต้นทุนถูกกว่าแบบผลึกซิลิกอนเป็นอย่างมาก ซึ่งเซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อมไวแสงนี้ยังมีข้อดีอีกอย่างหนึ่งคือสามารถที่จะใช้ได้กับวัสดุที่รองรับที่ยืดหยุ่นได้ (Flexible substrate) [5, 6] ไม่เฉพาะที่เป็นวัสดุแข็งเหมือนอย่างเซลล์แสงอาทิตย์แบบซิลิกอน

เนื่องจากปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ได้มุ่งเน้นที่จะเพิ่มกำลังการผลิตและให้เซลล์มีราคาถูก ดังนั้นเซลล์แสงอาทิตย์แบบซิลิกอนจึงไม่สามารถทำได้เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบซิลิกอนมีขั้นตอนการผลิตที่ยุ่งยากและหลายขั้นตอน จากปัญหาดังกล่าวจึงมีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตแบบ roll to roll (R2R) [7, 8, 9] ที่สามารถเพิ่มกำลังการผลิตของเซลล์แสงอาทิตย์ แต่การผลิต

แบบนี้ไม่สามารถที่จะใช้ได้กับเซลล์แสงอาทิตย์แบบซิลิกอนอันเนื่องจากโครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์แบบซิลิกอนเป็นวัสดุแข็งไม่สามารถเปลี่ยนรูปได้ ดังนั้นวัสดุที่ยืดหยุ่นจึงมีความเหมาะสมกับเทคโนโลยีการผลิตแบบ roll to roll การพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อมไวแสงให้มีความสามารถที่จะใช้วัสดุแบบยืดหยุ่นเป็นวัสดุรองรับได้นั้นมีความเป็นไปได้ [10] โดยเซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อมไวแสงมีโครงสร้างดังรูปที่ 1 ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชั้น คือ Photo electrode ที่อยู่ด้านบนและ Counter electrode ที่อยู่ด้านล่าง โดย Photo electrode มีส่วนประกอบอยู่ 3 ชั้นได้แก่ Transparent conducting oxide (TCO), semiconductor และ Dye molecules ส่วน Counter electrode มีส่วนประกอบอยู่ 2 ชั้นได้แก่ Transparent conducting oxide และ Catalysts ซึ่งในส่วนของ Transparent conducting oxide โดยมากทำจากวัสดุที่เป็นกระจกที่มีคุณสมบัตินำไฟฟ้าและโปร่งแสง ซึ่งฟิล์มบางที่มีความโปร่งแสงและมีสมบัติกึ่งนำไฟฟ้าที่ดีจะเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อมไวแสง แต่เนื่องจากการใช้วัสดุที่เป็นกระจกไม่สามารถที่จะใช้เป็นเซลล์แสงอาทิตย์แบบยืดหยุ่นได้ จึงไม่สามารถที่จะใช้กระบวนการผลิตแบบ R2R ได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงพัฒนาการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบยืดหยุ่น โดยให้ตอบสนองต่อการใช้กระบวนการผลิตแบบ R2R ได้ โดยใช้วัสดุที่ทำ Transparent conducting oxide เป็นพลาสติกแทนการใช้กระจก ซึ่งการใช้สาร Indium Tin Oxide (ITO) มาเป็นสารสำหรับทำฟิล์มนำไฟฟ้าโปร่งแสง [11] นอกจากนี้เมื่อทำการเปลี่ยนอุปกรณ์รองรับเซลล์แสงอาทิตย์จากกระจกมาเป็นพลาสติก ซึ่งจะส่งผลถึงเรื่องน้ำหนักของเซลล์แสงอาทิตย์โดยจะทำให้ค่าขนส่งและติดตั้งที่ลดลงอีกทางหนึ่งด้วย



รูปที่ 1.1 โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อมไวแสง

การที่จะสร้างฟิล์มบางหรือการปรับปรุงสมบัติของพื้นผิวของวัสดุใดๆ สามารถทำได้หลายวิธีการเช่น โซลเจล (Sol gel), การเคลือบแบบดิป (Dip coating) [12], หรือ พลาสมา (Plasma) [13] ซึ่งกระบวนการสร้างฟิล์มบางด้วยกระบวนการพลาสมามีข้อดีกว่ากระบวนการอื่นๆ คือสามารถที่จะควบคุมการเคลือบสารต่างๆลงบนวัสดุใดๆ ได้ นอกจากนี้กระบวนการพลาสมาสำหรับการสร้างฟิล์ม

บางหรือการปรับปรุงสมบัติของวัสดุยังมีอีกหลายวิธีการเช่น sputtering deposition [14], MBE [15], PLD [16], thermal CVD [17], MOCVD [18], ALD [19] หรือ PEMOCVD [20] ซึ่งพลาสมาแต่ละวิธีการจะมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันไป โดยในงานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นที่จะพัฒนาเทคนิคสำหรับพลาสมาแบบไอระเหยเคมี (Plasma chemical vapor deposition) ในรูปแบบต่างๆ สำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ที่ยืดหยุ่นได้ (Flexible solar cell) เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ใช้อุณหภูมิที่ต่ำเมื่อทำการให้เกิดชั้นฟิล์มบางหรือกระบวนการที่ปรับปรุงผิวหน้าสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งจะมีความเหมาะสมสำหรับวัสดุที่ใช้ทำเป็นอุปกรณ์รองรับเซลล์แสงอาทิตย์แบบยืดหยุ่น เช่นพลาสติกโดยที่ไม่ทำให้เกิดความเสียหายกับวัสดุดังกล่าว [21, 22]

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะและสมบัติของฟิล์มบางอินเดียมทิน ออกไซด์ จากการพัฒนาเทคนิคพลาสมาแบบไอระเหยเคมี
2. เพื่อศึกษาลักษณะและสมบัติของสารกึ่งตัวนำโลหะในเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยจากการพัฒนาเทคนิคพลาสมาแบบไอระเหยเคมี

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ใช้พลาสติกชนิดโพลีเอเทลีน นาพลาสเลท (Polyethylene naphthalate, PEN) สำหรับการศึกษาการปรับปรุงสมบัติพื้นผิวของเซลล์แสงอาทิตย์
2. ใช้ชั้นซิลิกอนออกไซด์ (SiO_2) สำหรับการศึกษาการปรับปรุงสมบัติพื้นผิวของเซลล์แสงอาทิตย์
3. ใช้สารสำหรับทำเป็นฟิล์มบางชนิด ITO สำหรับการทดลอง
4. แก๊สที่ใช้สำหรับระบบพลาสมาเป็นอาร์กอนกับออกซีเจน
5. ศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการเคลือบเช่น ค่าพลังงานที่ใช้, อัตราการไหลของแก๊ส, เวลาสำหรับการทำพลาสมา
6. วิเคราะห์สมบัติของพื้นผิวของเซลล์แสงอาทิตย์ หลังทำการปรับปรุงสมบัติด้วยวิธีการพลาสมา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้กระบวนการปรับปรุงพื้นผิวเซลล์แสงอาทิตย์ ด้วยเทคนิคพลาสมา
2. ทราบค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการปรับปรุงสมบัติของพื้นผิวเซลล์แสงอาทิตย์
3. ทราบสมบัติของขั้นพื้นผิวเซลล์แสงอาทิตย์
4. ทราบกลไกการทำปฏิกิริยาของพลาสมากับพื้นผิวของเซลล์แสงอาทิตย์