บทที่ 1
พื้นฐานและที่มาของหัวข้อวิทยานิพนธ์

1.1 บทนำ

วัสดุอะมอร์ฟัสซิลิคอน ได้มีการค้นพบเป็นครั้งแรกในช่วงปลายทศวรรษ 1960 โดยใช้วิธีการ สปัตเตอริง หรือ thermal evaporation ซึ่งในขณะนั้นยังไม่มีการเติมไฮโดรเจนเข้าสู่ฟิล์มอะมอร์ฟัสซิลิคอน จึงทำให้วัสดุอะมอร์ฟัสซิลิคอนที่ได้มีความหนาแน่นของจุดบกพร่อง (defects) มากจนไม่สามารถโด๊ป (dope) และค่าสภาพการนำไฟฟ้าด้วยแสงก็ต่ำมาก

ในปี 1975 Spear and LeComber [1] สามารถเตรียมวัสดุอะมอร์ฟัสซิลิคอนโดยมีการเติมไฮโดรเจนโดยใช้วัตถุดิบเป็นก๊าซไซเลน (SiH_4) ก๊าซไซเลนถูกกระตุ้นด้วยสนามไฟฟ้าให้แยกสลาย ฟิล์มที่ได้นั้นเรียกว่า hydrogenated amorphous silicon (ย่อว่า a-Si:H) ฟิล์มอะมอร์ฟัสซิลิคอนจะถูกปลูกบนแผ่นฐานที่ควบคุมอุณหภูมิ การทำ hydrogenated ทำให้วัสดุอะมอร์ฟัสซิลิคอนมีความหนาแน่นของจุดบกพร่องลดลง ทำให้ได้สภาพนำไฟฟ้าด้วยแสงที่ดี และสามารถทำการโด๊ปเป็นชนิด p และชนิด n ได้ ต่อมาใน ค.ศ. 1976 Carlson and Wronski จาก RCA Laboratory [2] ได้พัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์จากวัสดุ a-Si:H ซึ่งได้ประสิทธิภาพในครั้งแรก 2-3 %

วัสดุ a-Si:H เป็นวัสดุที่มีโครงสร้างไม่เป็นระเบียบ และมีความหนาแน่นของจุดบกพร่องชนิด dangling bond หรือ lone pair electron มาก การเกิดจุดบกพร่องในฟิล์ม a-Si:H ทำให้เกิด localized states ระหว่าง แถบคอนดักชันและแถบเวเลนซ์ ซึ่งไม่เหมือนกับวัสดุผลึกเดี่ยวซิลิคอน (c-Si) การเกิดจุดบกพร่องส่งผลต่อคุณสมบัติทางอิเล็กทรอนิกส์ของพาหะนำไฟฟ้าในวัสดุ a-Si:H ดังนั้นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของสเตตเฉพาะที่ localized states และ ความหนาแน่นของจุดบกพร่องจึงมีความสำคัญมากในการประดิษฐ์สิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำที่ใช้วัสดุชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน

การหาความหนาแน่นของจุดบกพร่องสามารถหาได้โดยใช้วิธี Electron Spin Resonance (ESR) (ซึ่งเป็นวิธีที่แม่นยำแต่เครื่องมือ ESR มีราคาแพงมาก) หรือคำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงซึ่งวัดโดยวิธี Constant Photocurrent Method (CPM) วิธี CPM มีการวัดเป็นครั้งแรกในปี 1981 โดย Kocka et al. [3] ข้อเด่นของวิธี CPM คือเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก ใช้เครื่องมือราคาไม่แพง และสามารถวัดค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงได้ลึกตลอดทั้งเนื้อชิ้นงาน ซึ่งวิธีการอื่นๆ เช่น Photo Thermal Deflection Spectroscopy (PDS) สามารถวัดได้เพียงบนพื้นผิวของวัสดุ

วัสดุอะมอร์ฟัสซิลิคอนสามารถใช้ประดิษฐ์เป็นสิ่งประดิษฐ์ออปโตอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ (solar cells) เซนเซอร์สีของแสง (color sensor) ทรานซิสเตอร์ฟิล์มบาง (thin film transistor) ในจอโทรทัศน์สีแบบผลึกเหลว (liquid crystal display) เครื่องตรวจวัดรังสี

พลังงานสูง (high energy radiation imaging) และไดโอดเปล่งแสงฟิล์มบาง (thin film light emittering diode : TFLED). [4]

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นการศึกษาวัสดุอะมอร์ฟัสซิลิคอน โดยศึกษาถึงผลของอุณหภูมิแผ่นฐานที่ใช้ในการปลูกฟิล์มต่อคุณสมบัติทางออปโตอิเล็กทรอนิกส์ของวัสดุอะมอร์ฟัสซิลิคอน โดยศึกษาในระดับพลังงานโลคอลไลซด์สเตตของวัสดุอะมอร์ฟัสซิลิคอนชนิดบริสุทธิ์ด้วยวิธี Constant Photocurrent Method (CPM)

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1. ศึกษาเทคโนโลยีการปลูกฟิล์ม a-Si:H ด้วยวิธี glow discharge plasma CVD
2. ศึกษาวิธีการวัดสเปกตรัมสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงในระดับโลคอลไลซด์สเตตของ a-Si:H ด้วยวิธี Constant Photocurrent method (CPM)
3. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางแสง, ทางออปโตอิเล็กทรอนิกส์ และทางโครงสร้างของวัสดุ a-Si:H
4. ประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si:H โดยใช้เงื่อนไขการปลูกฟิล์มที่ได้จากข้อ 1. - 3.

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

ศึกษาคุณสมบัติทางแสงและทางออปโตอิเล็กทรอนิกส์ของฟิล์ม a-Si:H และระดับพลังงานโลคอลไลซด์สเตตในวัสดุ a-Si:H ที่ปลูกด้วยอุณหภูมิแผ่นฐานต่างๆ โดยการวัดสเปกตรัมของสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงด้วยวิธี Constant Photocurrent Method (CPM)

รูปที่ 1.1 เนื้อหาโครงสร้างของวิทยานิพนธ์