บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

ในการดำเนินงานวิจัยการเสื่อมประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ และการหาค่าสัมประสิทธิของอุณหภูมิที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อให้สอดคล้องกับหลักการและเหตุผล โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลคอน ขนาด 10 ตารางเซนติเมตร
2. กระดาษเช็ดเลนส์
3. Ethyl alcohol
4. มัลติมิเตอร์
5. เทอร์โมคัปเปิล type k
6. เครื่องวัดรังสีอาทิตย์ (Pyranometer) รุ่น MS-802 ผลิตโดยบริษัท EKO INSTRUMENTS CO., LTD. ประเทศญี่ปุ่น สถานที่ตั้งอุปกรณ์ ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (National Electronics and Computer Technology Center; NECTEC)
7. เครื่องเครื่องวัดและบันทึกข้อมูล (Data logger) รุ่น DT 800 ผลิตโดยบริษัท Data taker สถานที่ตั้งอุปกรณ์ ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ NECTEC
8. เครื่อง Light soaking สถานที่ตั้งอุปกรณ์ ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ NECTEC
9. เครื่องวัดเซลล์แสงอาทิตย์ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ สถานที่ตั้งอุปกรณ์ ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ NECTEC
10. เครื่องจำลองแสงอาทิตย์เทียม (Super Solar Simulator) รุ่น WXS-155S-L2 ผลิตโดยบริษัท WACOM ELECTRIC CO., LTD. ประเทศญี่ปุ่น สถานที่ตั้งอุปกรณ์ ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ NECTEC

สถานที่ดำเนินการวิจัย

ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ NECTEC

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

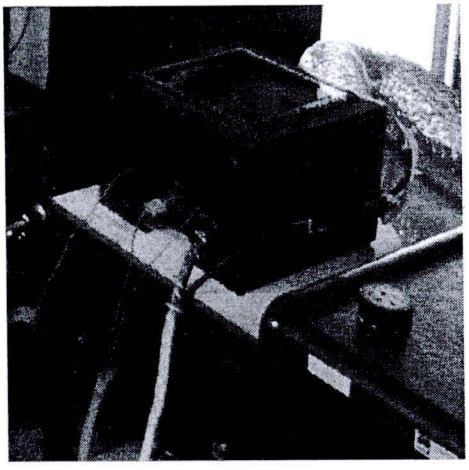
1. ทดสอบอัตราการเสื่อมสภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si:H

1.1 ทำการเตรียมแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ทำการเตรียมแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si:H ขนาด 10 cm^2 โดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ก่อนที่จะนำมาศึกษาจะต้องนำมาทำความสะอาดสิ่งสกปรกได้แก่ คราบไขมัน ฝุ่นละออง คราบสกปรกต่างๆ เพื่อลดสิ่งที่เป็นผลกระทบต่อความคลาดเคลื่อนของการวัดประสิทธิภาพ จากนั้นนำเซลล์แสงอาทิตย์มาทำการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าในเบื้องต้นเพื่อให้ได้แผงเซลล์ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันมาใช้ในการทดลอง

1.2 ทำการทดลองวัดค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si:H

นำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si:H เข้าเครื่องวัดเซลล์แสงอาทิตย์ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ โดยทำการกำหนดค่าอุณหภูมิที่ทำการวัดเป็น 25°C, 35°C, 45°C, 55°C, 65°C และ 75°C ตามลำดับ ซึ่งแต่ละช่วงของอุณหภูมิ กำหนดการทำงานของชุดควบคุมให้วัดจำนวน 2 ครั้งต่อช่วงอุณหภูมิ จากนั้นหาค่าเฉลี่ยของข้อมูล แล้วนำมาวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ



ภาพ 10 เครื่องวัดเซลล์แสงอาทิตย์ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ [22]

1.3 ทำการทดลองการเสื่อมประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์

นำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si:H มาเข้าเครื่อง Light soaking ดังภาพ 10 เพื่อจำลองการรับแสงของเซลล์แสงอาทิตย์ โดยทำการควบคุมความเข้มแสงให้อยู่ที่ช่วง 800-1000 W/m^2 และอุณหภูมิให้อยู่ที่ 45-50 ^{o}C จากนั้นนำไปวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าด้วยเครื่อง Super solar simulator ภายใต้เงื่อนไขมาตรฐาน AM 1.5 100 mW/cm^2 ที่ 25°C

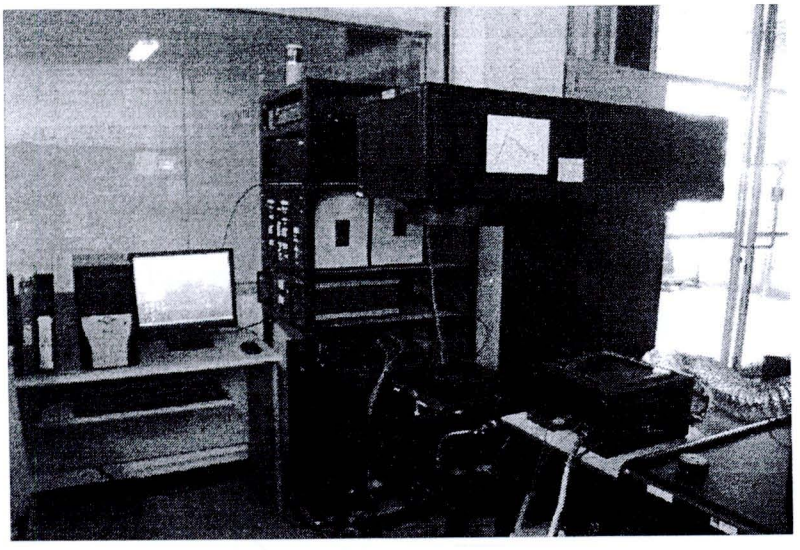
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ภาพ 11 เครื่อง Light soaking

1.4 นำไปวัดคุณสมบัติโดย

1.4.1 คุณสมบัติทางไฟฟ้า

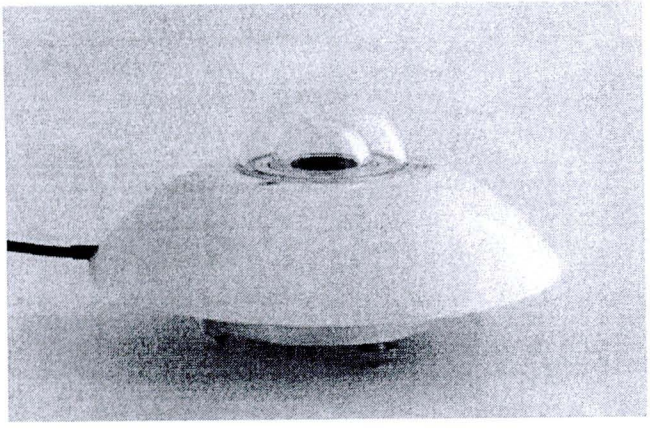
วัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ได้แก่ ค่ากระแสไฟฟ้าวงจรปิด (I_{sc}) ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (V_{oc}) ค่าฟิวเฟกเตอร์ (FF) และค่าประสิทธิภาพ (η) ซึ่งสามารถวัดได้จากเครื่อง Super solar simulator ดังภาพ 11 โดยการนำตัวอย่างวางบนแท่นวาง จากนั้นเครื่อง Super solar simulator จะทำการฉายแสงอาทิตย์เทียมลงมาที่ตัวอย่าง และทำการประมวลค่าสมบัติทางไฟฟ้าที่ได้กล่าวไปแล้วนั้นออกมา



ภาพ 12 เครื่องจำลองแสงอาทิตย์เทียม รุ่น WXS-155S-L2

1.4.2 คุณสมบัติทางแสง

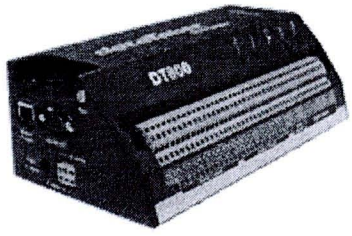
วัดค่าความเข้มแสงด้วยเครื่อง Pyranometer ดังภาพ 12 โดยนำเอา Pyranometer มาติดที่ระดับความสูง 2 เมตรจากพื้นดิน บริเวณอาคาร Nectec pilot plant เนื่องจากเป็นระดับเดียวกับที่วางชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบจากนั้นทำการเก็บค่าความเข้มแสงทุกๆ 1 นาทีด้วยเครื่อง Data logger รุ่น DT 800 ในการทดสอบที่สภาวะแวดล้อม และในการทดสอบที่เครื่อง Light soaking จะทำการวัดค่าความเข้มแสงก่อนนำชิ้นงานเข้าทดสอบ และหลังจากนำชิ้นงานออกจากเครื่องเพื่อเป็นการตรวจสอบว่าวัดชิ้นงานที่ความเข้มแสงอยู่ที่ช่วง 800-1000 W/m^2



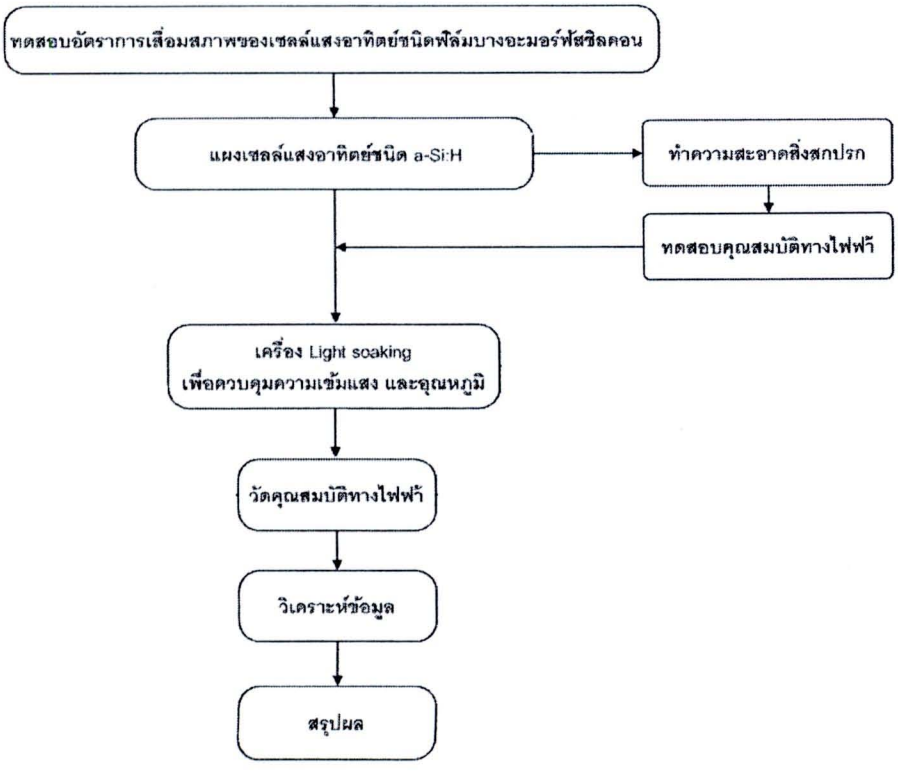
ภาพ 13 เครื่องวัดรังสีอาทิตย์ (Pyranometer) **รุ่น** MS-802

1.4.3 วัดค่าอุณหภูมิ

วัดค่าอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคัปเปิล type k โดยนำเทอร์โมคัปเปิลมาติดที่บริเวณด้านหน้า และหลังของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อจะได้ทราบว่าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์มีอุณหภูมิเป็นอย่างไร ณ ช่วงเวลานั้นๆ จากนั้นทำการเก็บค่าอุณหภูมิทุกๆ 1 นาทีด้วยเครื่อง Data logger รุ่น DT 800 ในภาพ 13 ในการทดสอบที่สภาวะแวดล้อม และในการทดสอบที่เครื่อง Light soaking จะทำการติดที่บริเวณหลังของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าวัดชิ้นงานที่มีอุณหภูมิอยู่ที่ 50 °C



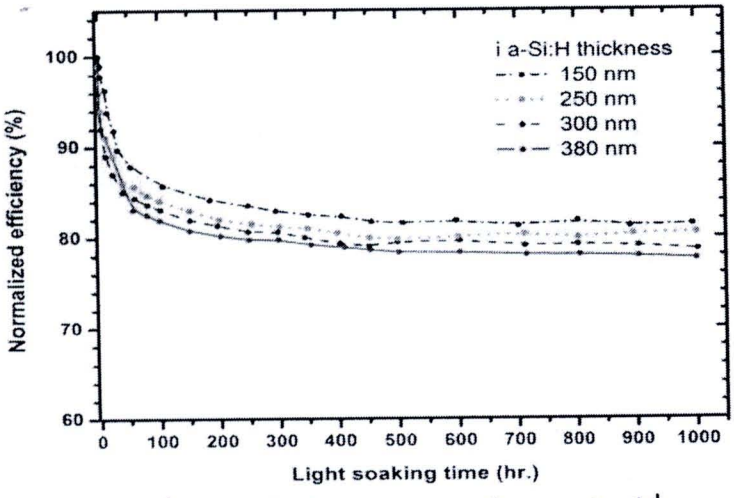
ภาพ 14 เครื่องวัดและบันทึกข้อมูล รุ่น DT 800



ภาพ 15 ขั้นตอนการดำเนินการทดลองอัตราการเสื่อมสภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si:H

2. วิเคราะห์ค่าความเสื่อมประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลิคอน

สามารถที่จะวิเคราะห์การเสื่อมประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ได้จากการนำค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่วัดได้จากเครื่อง Super Solar Simulator มาสร้างกราฟระหว่างระยะเวลาที่ใช้ในการตากแดด ซึ่งจะทำให้เห็นการเสื่อมประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ดังภาพ 16



ภาพ 16 เปรียบเทียบการเสื่อมประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ความหนาชั้น i a-Si:H ระหว่าง 150-380 nm [19]

3. วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ของอุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si:H

นำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทดสอบที่สภาวะสิ่งแวดล้อม และที่เครื่อง Light soaking ทำการหาค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิจากสมการที่ 4

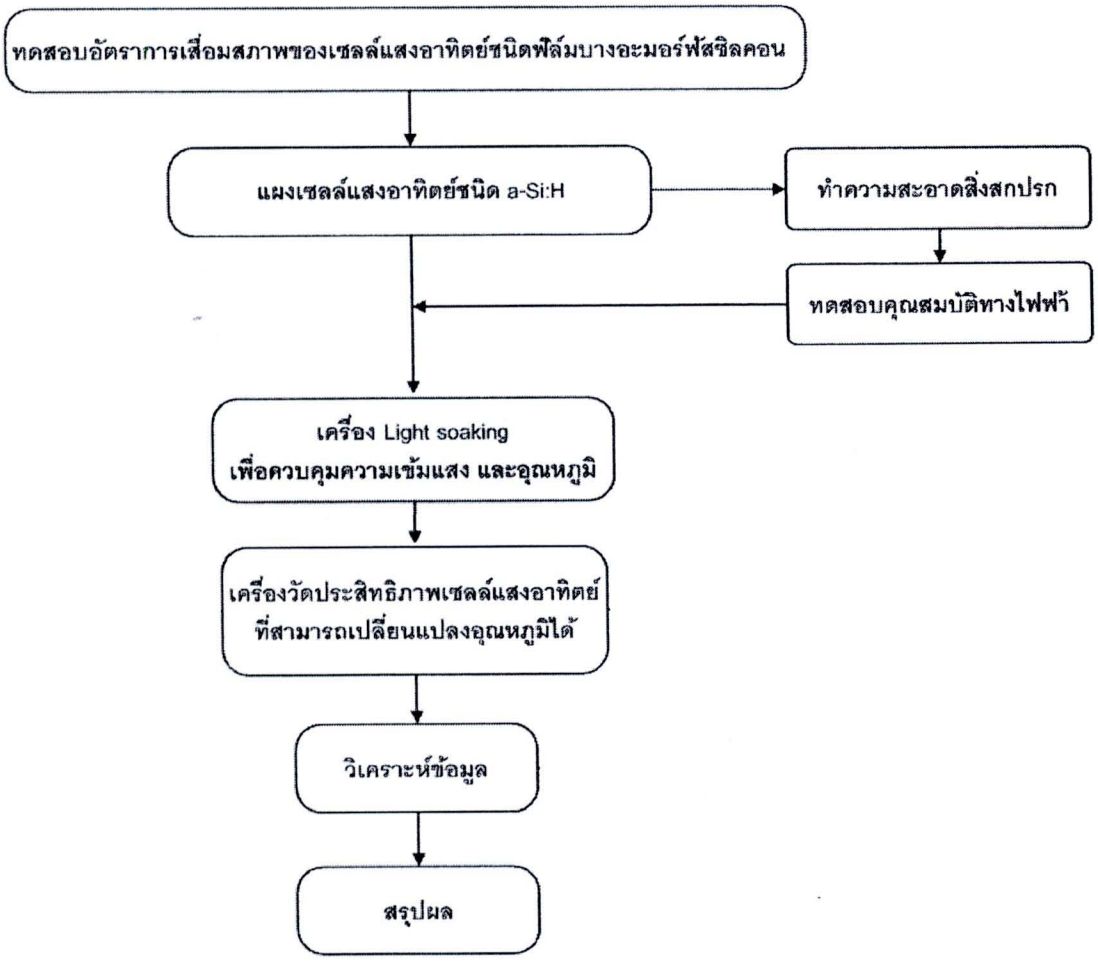
$$TC(part/^{o}C) = \frac{1}{Z}\frac{\delta Z}{\delta T}\Big|_{T_n=25^{o}C} \quad (4)$$

โดยที่ TC คือ สัมประสิทธิ์ต่ออุณหภูมิ (Temperature coefficient)

Z คือ ค่าของตัวแปรต่างๆ เช่น ค่าประสิทธิภาพ ค่าแรงดันไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้าและค่า Power

T_n คือ ค่า Normalized temperature ที่อุณหภูมิอ้างอิง 25°C

$\frac{\delta Z}{\delta T}$ คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร Z เมื่อเทียบกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงจาก 25°C



ภาพ 17 **ขั้นตอนการดำเนินการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์ของอุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด** a-Si:H