

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



249761

การศึกษาการเสื่อมสภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลิคอน  
ด้วยค่าสัมประสิทธิ์ของอุณหภูมิต

ศศิวิมล ทรงโคตร

วิทยานิพนธ์เสนอแนะให้พิมพ์ฉบับนี้ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพลังงานทดแทน

พฤษภาคม 2555

ลิขสิทธิ์นี้เป็นของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

๖๐๐๒๕๔๘๘๑

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



249761

การศึกษาการเสื่อมสภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลิคอน  
ด้วยค่าสัมประสิทธิ์ของอุณหภูมิ



ศศิวิมล ทรงไตร

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

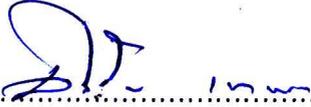
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพลังงานทดแทน

พฤษภาคม ๒๕๕๕

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาการเสื่อมสภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลิคอนด้วยค่าสัมประสิทธิ์ของอุณหภูมิ" ของ ศศิวิมล ทรงไทร เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพลังงานทดแทน ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

  
.....ประธาน  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย เทพา)

  
.....กรรมการ  
(ดร.ประพิฑาริ ธนารักษ์)

  
.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิพนธ์ เกตุจ้อย)

  
.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศราวุธ ้วยวุฒิ)

อนุมัติ

  
.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณินิจ ภูพัฒน์วิบูลย์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

11 พฤษภาคม 2555

## ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพนธ์ เกตุจ้อย และดร.ประพิธาร์ ธนารักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และความช่วยเหลือในหลายสิ่ง หลายอย่างจนกระทั่งลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณ คณะกรรมการทุกท่านที่ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาพลังงานทดแทนทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้ ให้คำแนะนำให้กำลังใจตลอด การศึกษาที่ผ่านมา และขอขอบพระคุณห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ที่ให้ใช้สถานที่ในการทำ วิทยานิพนธ์จนทำให้การทดลองสำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

ศศิวิมล ทรงไทร

ชื่อเรื่อง	การศึกษาการเสื่อมสภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบาง อะมอร์ฟัสซิลิคอนด้วยค่าสัมประสิทธิ์ของอุณหภูมิ
ผู้วิจัย	ศศิวิมล ทรงไตร
ประธานที่ปรึกษา	ดร.ประพิธาร์ ธนารักษ์
กรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพนธ์ เกตุจ้อย
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ วท.ม. สาขาวิชาพลังงานทดแทน, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2554
คำสำคัญ	เซลล์แสงอาทิตย์ การเสื่อมประสิทธิภาพ ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ

### บทคัดย่อ

249761

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ค่าความเสื่อมประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลิคอนด้วยค่าสัมประสิทธิ์ของอุณหภูมิ โดยทำการทดสอบการวัดค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยเครื่องวัดเซลล์แสงอาทิตย์ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ ทำการปรับอุณหภูมิตั้งแต่ 25-75°C พบว่าค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรมืด ( $V_{oc}$ ) ลดลงจาก 0.92 V ถึง 0.82 V และค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ (TC) มีค่าเท่ากับ  $-0.25\%/^{\circ}C$  การทดสอบการเสื่อมประสิทธิภาพด้วยเครื่องจำลองการฉายแสง (Light soaking) ในช่วงเริ่มต้นจนถึงประมาณ 100 ชั่วโมงประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ลดลงประมาณ 20% ค่ากระแสไฟฟ้าวงจรมืด ( $J_{sc}$ ) ลดลงจาก  $12 \text{ mA/cm}^2$  เป็น  $10 \text{ mA/cm}^2$  แต่ค่า  $V_{oc}$  ลดลงเพียงเล็กน้อย เมื่อพิจารณาจากค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นระหว่างการทดสอบการเสื่อมประสิทธิภาพ ไม่มีผลต่อค่าการเสื่อมประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์

**Title** STUDY OF DEGRADATION FOR THIN FILM AMORPHOUS  
SILICON SOLAR CELL WITH TEMPERATURE COEFFICIENT

**Author** Sasiwimon Songtraï

**Advisor** Prapita Thanarak, Ph.D.

**Co - Advisor** Assistant Professor Nipon Ketjoy, Ph.D.

**Academic Paper** Thesis M.S. in Renewable Energy, Naresuan University, 2011

**Keywords** Efficiency degradation, Solar cell, Temperature coefficient

#### ABSTRACT

**249761**

This study presents an evaluation of the degradation for thin film amorphous silicon solar cell. The light soaking machine which efficiency adjusted to 100% was used to evaluate the degradation. An experimental result shows that in initial stage, at the beginning until 100 hours, degradation ratio of the solar cell was about 20%. The temperature coefficient calculation shows that during first 100 hours, degradation ratio is about 5%. An effect of the temperature coefficient is consistent with the rate of degradation of solar cell.

# สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษา.....	2
ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย.....	2
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสมบัติเซลล์แสงอาทิตย์.....	3
ทฤษฎีเบื้องต้นในการวิเคราะห์ค่าความเสื่อมประสิทธิภาพของ เซลล์แสงอาทิตย์.....	10
ทฤษฎีเบื้องต้นในการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ.....	12
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	16
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	16
สถานที่ดำเนินการวิจัย.....	17
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	17
4 ผลการวิจัย.....	23
ผลการทดลองวัดค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si:H... ผลการทดลองอัตราการเสื่อมสภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si:H ภายใต้สภาวะควบคุมโดยการใช้เครื่อง Light soaking .....	23 24

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 บทสรุป.....	26
สรุปผลการวิจัย.....	26
ข้อเสนอแนะ.....	26
บรรณานุกรม.....	28
ภาคผนวก .....	32
ประวัติผู้วิจัย.....	45

## สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ และแผนภาพแถบพลังงานของเซลล์แสงอาทิตย์.....	4
2 โครงสร้างอะตอมของสารกึ่งตัวนำชนิด n-type(a) และสารกึ่งตัวนำชนิด p-type(b) .....	4
3 ประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์.....	5
4 ลักษณะการจัดเรียงตัวของผลึกของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิกอน(n) และเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบาง(ข).....	6
5 การตอบสนองของแสงในย่านต่างๆ ของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si:H และชนิด c-Si.....	8
6 กราฟคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์.....	9
7 การเปลี่ยนแปลง IV Curve ของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิกอน เมื่อความเข้มรังสีอาทิตย์ (n) และอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป (ข).....	10
8 การเสื่อมประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลิคอน.....	11
9 โครงสร้างของพันธะซิลิคอนที่เกิดปรากฏการณ์ Staebler-Wronski Effect .....	11
10 เครื่องวัดเซลล์แสงอาทิตย์ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้.....	17
11 เครื่อง Light soaking .....	18
12 เครื่องจำลองแสงอาทิตย์เทียม รุ่น WXS-155S-L2.....	19
13 เครื่องวัดรังสีอาทิตย์ (Pyranometer) รุ่น MS-802.....	19
14 เครื่องวัดและบันทึกข้อมูล รุ่น DT 800.....	20
15 ขั้นตอนการดำเนินการทดลองอัตราการเสื่อมสภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si:H.....	20
16 เปรียบเทียบการเสื่อมประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ความหนาแน่น i a-Si:H ระหว่าง 150-380 nm .....	21
17 ขั้นตอนการดำเนินการทดลองค่าสัมประสิทธิ์ของอุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si:H.....	22
18 คุณลักษณะทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ที่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ.....	23

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
19 ความสัมพันธ์ของเปรียบเทียบการเสื่อมประสิทธิภาพของเซลล์กับอุณหภูมิใน ระหว่างที่ทำการฉายแสง 100 ชั่วโมง.....	24
20 ความสัมพันธ์ของเปรียบเทียบการเสื่อมประสิทธิภาพของเซลล์กับค่าสัมประสิทธิ์ อุณหภูมิหลังจากผ่านการฉายแสง 100 ชั่วโมง.....	25
21 คุณลักษณะทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผ่านการฉายแสง 100 ชั่วโมง.....	25
25 หลักการทำงานของเทอร์โมคัปเปิลอย่างง่าย.....	33
26 มาตรฐานเครื่องวัดเซลล์แสงอาทิตย์ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้.....	38
27 มาตรฐานการเครื่องฉายแสง.....	49
28 ปกเล่มการประชุมเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 4.....	40