

**ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอน
ชนิดเซลล์ซ้อนที่ผลิตโดยเงื่อนไขที่แตกต่างกัน**

The Efficiency of Different Conditions Tandem Amorphous Silicon Solarcells

สามารถ รุกพล¹

Samart Rookpol¹

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงทดลองนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาประสิทธิภาพและพลังงานของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอนชนิดเซลล์ซ้อนที่ผลิตโดยเงื่อนไขที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยดำเนินการทดลองระหว่างเดือนมกราคม-มีนาคม พ.ศ.2555 โดยทำการวิจัยที่สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติตามขั้นตอนดังนี้ 1) ทำการสร้างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอนชนิดเซลล์ซ้อนที่ผลิตโดยเงื่อนไขที่แตกต่างกัน 4 แบบ 2) ทำการวัดประสิทธิภาพด้วยเครื่องวัดประสิทธิภาพ SPI-SIMULATOR และ 3) ทำการบันทึกผลของประสิทธิภาพและพลังงานโดยใบบันทึกประสิทธิภาพ โดยมีสมมติฐานของการวิจัยว่าเซลล์แสงอาทิตย์มีเงื่อนไขในการสร้างที่แตกต่างกันสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าได้แตกต่างกันและเสื่อมสภาพไม่เท่ากัน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอนชนิดเซลล์ซ้อนที่ผลิตโดยเงื่อนไขที่แตกต่างกัน 4 แบบพบว่า 1) เงื่อนไขเพิ่มความดัน 1,320 มิลลิทอร์ ค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้าและประสิทธิภาพสูงสุดลดลง 6.591 วัตต์ และ 0.837 % 2) เงื่อนไขเพิ่มปริมาณแก๊สไซเลน 1.1 ไฮโดรเจน 8.25 สแตนด์คาร์ดคิวบิกเซ็นติเมตรค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้าและประสิทธิภาพสูงสุดลดลง 4.851 วัตต์ และ 0.636 % 3) เงื่อนไขเพิ่มกำลังไฟฟ้า 440 วัตต์ ค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้าและประสิทธิภาพสูงสุดลดลง 9.245 วัตต์ และ 1.170 % และ 4) เงื่อนไขเพิ่มเวลา 1,113 วินาทีค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้าสูงสุดและประสิทธิภาพสูงสุดลดลง 8.016 วัตต์ และ 1.538 % โดยสรุปเงื่อนไขที่มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพและกำลังไฟฟ้าสูงสุดคือ เงื่อนไขแบบที่ 1 ซึ่งเพิ่มความดัน 1,320 มิลลิทอร์

คำสำคัญ: ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ เงื่อนไขที่แตกต่างกัน

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

Abstract

The objective of this experimental research was to study the efficiency and energy of different conditions tandem amorphous silicon solarcells. The experiment was carried out from January to March 2012 at the National Science and Technology Development Agency. The resesarch procedures consisted of 1) constructing 4 different conditions tandem amorphous silicon solarcells, 2) evaluating the efficiency of these solarcells using SPI-SIMULATOR, and 3) recording the efficiency and energy of the solarcells using efficiency recording forms. The hypothesis of the research was that the solarcells constructing under different conditions would generate different electric energy and current and deviate inequally. The statistics used to analyse the data were means, standard deviations, and t-test.

The results of the study on the efficiency and energy of 4 different conditions tandem amorphous silicon solarcells revealed as follows: 1) The condition constructed by increasing 1,320 millitorr pressure had an average of 8.463 watts electric power and 1.628 percent topmost efficiency decrease. 2) The condition constructed by adding 1.1 standard cubic centimeters of gas silane and 8.25 standard cubic centimeters of gas hydrogen had an average of 6.889 watts electric power and 0.873 percent topmost efficiency decrease. 3) The condition constructed by increasing 440 watts of electric power had an average of 13.247 watts electric power and 1.675 percent topmost efficiency decrease. 4) The condition constructed by adding 1,113 seconds had an average of 10.043 watts electric power and 1.799 percent topmost efficiency decrease. In conclusion, the most efficient condition and had the highest electric power was the first type constructed by increasing 1,320 millitorr pressure.

Keywords: The Efficiency of Solarcells, Conditions Different

บทนำ

ปัจจุบันพลังงานทดแทนเป็นสิ่งที่ทั่วโลกกำลังเร่งศึกษาวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพราะพลังงานเป็นสิ่งที่จำเป็นขั้นพื้นฐานทั้งทางตรงและทางอ้อมของการเกิดและการดำรงชีวิต รูปแบบของพลังงานที่ใช้กันส่วนใหญ่อยู่ในรูปของพลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้า ซึ่งแหล่งกำเนิดพลังงานหลักๆ ในปัจจุบันคือ น้ำมัน ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติแต่ความต้องการใช้พลังงานมีเพิ่มมากขึ้นทำให้แหล่งกำเนิดพลังงานเชื้อเพลิงเหล่านี้ลดลง นอกจากนี้การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น มลพิษทางอากาศสิ่งเจือปนในน้ำจากผลกรดและสภาวะเรือนกระจกที่ก่อให้เกิดโลกร้อน สำหรับประเทศไทย ตามการสำรวจจากกระทรวงพลังงาน พบว่าโดยปริมาณพลังงานไฟฟ้าได้จากธรรมชาติ 35% ถ่านหิน 13% และน้ำ 3% ส่วนส่วนอีก 49% คือพลังงานที่ได้มาจากน้ำมันถึง 90 % ของปริมาณการใช้ทั้งหมด (กระทรวงพลังงาน 2546) และมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นในระยะกลางและระยะยาว สำหรับแนวทางการแก้ปัญหาคือการแสวงหาแหล่งพลังงานทดแทน พลังงานแสงอาทิตย์มีความโดดเด่นกว่าพลังงานชนิดอื่นมีกระบวนการแปลงพลังงานที่สะอาดไร้มลภาวะและแสงอาทิตย์มีอยู่ทั่วไปไม่จำกัดโดยเฉพาะภูมิอากาศเขตร้อนอย่างประเทศไทยการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้าสามารถทำได้โดยตรงโดยอาศัยตัวแปลงพลังงานที่เรียกว่าเซลล์แสงอาทิตย์หรือเรียกว่าโซลาร์เซลล์ solar cells ซึ่งนานาประเทศกำลังเร่งพัฒนาให้ก้าวหน้าขึ้นในเชิงของการวิจัยและการผลิตเชิงปริมาณ เพิ่มการพาณิชย์ เซลล์แสงอาทิตย์เป็นสิ่งประดิษฐ์ออกปได้ อิเล็กทรอนิกส์ (Optoelectronics) ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้าด้วยปรากฏการณ์โฟโตโวลต์ตาอิก Photovoltaic

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เป็นองค์กรที่มีความสำคัญในการผลักดันให้เกิดการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และได้เล็งเห็นและตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาด้านพลังงาน และสิ่งแวดล้อมของประเทศ สถาบันพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ (SOLARTEC) สวทช. โดยมุ่งเน้นเป็นหน่วยงานหลักในการดำเนินงานวิจัยและพัฒนาการผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์ของประเทศไทย ตั้งแต่การพัฒนาเทคโนโลยีผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ วัสดุ และเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต จนถึง การประยุกต์ใช้งานแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ดำเนินการวิจัยและพัฒนาให้มีความสนใจเกี่ยวกับสารกึ่งตัวนำแบบ อะมอร์ฟัสซิลิคอน (Hydrogenated Amorphous Silicon : a-Si:H) ได้รับการสนใจในการนำมาผลิตเป็นเซลล์แสงอาทิตย์อย่างมาก เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดแรกคือเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอน ที่พัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1954 และได้มีการเริ่ม ต้นใช้งานในยานอวกาศเป็นครั้งแรก ใน ค.ศ.1950 จากนั้นก็เกิดเหตุการณ์วิกฤติด้านน้ำมันในต้นทศวรรษที่1970 ทำให้เซลล์แสงอาทิตย์ได้รับความสนใจมากยิ่งขึ้น ซึ่งเซลล์แสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นและใช้งานในปัจจุบันแทบทั้งหมดทำจากธาตุซิลิคอนซึ่งเป็นธาตุที่ซึ่งเป็นธาตุที่มีมาก เลือดยึดของชั้นฟิล์ม a-Si:H มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงมากในย่านยอดของสเปกตรัมของแสงอาทิตย์ (<10⁻⁵ cm⁻¹) ไม่จำเป็นต้องมีความหนา มาก หนาเพียง 0.5 mm สามารถประหยัดลดต้นทุน, a-Si:H สร้างด้วยกระบวนการที่มีอุณหภูมิต่ำ (200–250 องศาเซลเซียส), ช่อกว่า พลังงานของ a-Si:H ค่าประมาณ 1.7–1.8eV, ชั้นฟิล์ม a-Si:H สามารถสร้างเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีลักษณะโครงสร้างอินทรีย์หรือ ซ้อนทับกัน หลายชั้น เพื่อให้แรงดันไฟฟ้าและ ประสิทธิภาพสูงขึ้นวัสดุซิลิคอนและไฮโดรเจน

ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ราคาถูกและมีมากสามารถสร้างชั้นฟิล์ม α -Si:H ให้เป็นสารกึ่งตัวนำชนิด N และ P ได้ง่ายโดยการเติมก๊าซฟอสฟีน Phosphine และไดโบรอัน Diborane สามารถใช้แผ่นรองฐานรองจากวัสดุต่างๆได้ เช่น กระดาษ โลหะ เซรามิก และพอลิเมอร์สามารถทำให้ผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ให้มีรูปร่างต่างๆได้ตามต้องการ

จากปัญหาดังกล่าวในการสร้างชั้นฟิล์ม α -Si:H ที่ใช้ในการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ในแต่ละเงื่อนไขในการสร้างนั้น ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอนชนิดเซลล์ชั้นที่ผลิตโดยเงื่อนไขที่แตกต่างกัน เมื่อหลังการใช้งานจากกระบวนการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ แบบเซลล์ชั้นอะมอร์ฟัสซิลิคอนที่มีเงื่อนไขในการสร้างที่ต่างกันเพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพหลังการใช้งานซึ่งนำไปสู่การสร้างและปรับปรุงเงื่อนไขให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยจะมีการศึกษาและทดลองหาประสิทธิภาพหลังจากการใช้งานโดยที่เงื่อนไขในการสร้างแตกต่างกัน จากการสร้างชั้นฟิล์มอะมอร์ฟัสซิลิคอนต่างๆในเซลล์แสงอาทิตย์รวมทั้งการปรับปรุงกระบวนการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ให้มีความสะดวกรวดเร็วและมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำลง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอนชนิดเซลล์ชั้นที่ผลิตโดยเงื่อนไขที่แตกต่างกัน
2. เพื่อศึกษาพลังงานของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอนชนิดเซลล์ชั้นที่ผลิตโดยเงื่อนไขที่แตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ขอบเขตด้านกลุ่มทดลอง

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอนที่ผลิตลงแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพแบบเซลล์ชั้นชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอนขนาดพื้นที่รับแสง กว้าง 635 มิลลิเมตร ยาว 1,245 มิลลิเมตร หนัก 14 กิโลกรัม จำนวนเซลล์ 38 เซลล์ จำนวน 4 แผง ล้างทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยน้ำสะอาดและแอลกอฮอล์ก่อนวัดและหลังวัดประสิทธิภาพทุกครั้งทำการวัดด้วยเครื่องวัดประสิทธิภาพจากแสงอาทิตย์จำลอง SPI-SIMULATORTM 350 I APHOTOVOLTAIC MODULE TESTER ที่ความเข้มแสง 1000 W/m^2 โดยมีเงื่อนไขในการสร้างที่แตกต่างกันดังนี้

1.1 เงื่อนไขในการสร้างโดยการเพิ่มความดันภายในตู้ควบคุม ในชั้น I top เท่ากับ 1320 มิลลิทอร์ ประสิทธิภาพที่ได้ 62.883 โวลต์ 1.347 แอมแปร์ 54.097 วัตต์ 7.401 เปอร์เซนต์

1.2 เงื่อนไขในการสร้างโดยการเพิ่มปริมาณแก๊สภายในตู้ควบคุม ในชั้น I top ใช้เลน 1.1 ไฮโดรเจน 8.25 สแตนดาร์ดคิวบิกลูกบาศก์ เซนติเมตร ประสิทธิภาพที่ได้ 64.425 โวลต์ 1.229 แอมแปร์ 49.124 วัตต์ 6.214 เปอร์เซนต์

1.3 เงื่อนไขในการสร้างโดยการเพิ่มกำลังไฟฟ้า ในการให้กำลังไฟฟ้าภายในตู้ควบคุม ในชั้น I top เท่ากับ 440 วัตต์ ประสิทธิภาพที่ได้ 64.769 โวลต์ 1.346 แอมแปร์ 52.788 วัตต์ 6.677 เปอร์เซนต์

1.4 เงื่อนไขในการสร้างโดยการเพิ่มเวลาภายในตู้ควบคุม ในชั้น I top 1113 วินาที ประสิทธิภาพที่ได้ 61.406 โวลต์ 1.386 แอมแปร์ 54.33 วัตต์ 7.401 เปอร์เซนต์

2. ขอบเขตด้านตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย
ผู้วิจัยได้กำหนดตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ

2.1 ตัวแปรต้น

2.1.1 เจือไนในการสร้างเซลล์
แสงอาทิตย์ ที่แตกต่างกัน

2.1.2 ความเข้มของรังสีดวง
อาทิตย์ 1000 W/m^2

2.2 ตัวแปรตาม

2.2.1 ประสิทธิภาพของเซลล์
แสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอน

สมมติฐานของการวิจัย

เซลล์แสงอาทิตย์มีเจือไนในการสร้าง
ที่แตกต่างกันสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าและ
กระแสไฟฟ้าได้แตกต่างกันและเสื่อมสภาพไม่
เท่ากัน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

1. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตโดยเจือไน
เพิ่มความดัน ภายในตู้ควบคุม ในชั้น top เท่ากับ
1320 มิลลิทอร์ ปริสิทธิภาพที่ได้ 62.883 โวลต์
1.347 แอมแปร์ 54.097 วัตต์ 7.401 เปอร์เซนต์

2. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตโดย
เจือไนเพิ่มปริมาณแก๊ส ภายในตู้ควบคุม ในชั้น
I top โซเลน 1.1 ไฮโดรเจน 8.25 สแตนดาร์ดคิวบิก
ลูกบาศก์เซนติเมตร ประสิทธิภาพที่ได้ 64.425 โวลต์
1.229 แอมแปร์ 49.124 วัตต์ 6.214 เปอร์เซนต์

3. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตโดย
เจือไนเพิ่มกำลังไฟฟ้า ในการให้กำลังไฟฟ้า
ภายในตู้ควบคุม ในชั้น I top เท่ากับ 440 วัตต์
ประสิทธิภาพที่ได้ 64.769 โวลต์ 1.346 แอมแปร์
52.788 วัตต์ 6.677 เปอร์เซนต์

4. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตโดย
เจือไนเพิ่มเวลา ภายในตู้ควบคุม ในชั้น I top
1,113 วินาที ประสิทธิภาพที่ได้ 61.406 โวลต์ 1.386
แอมแปร์ 54.33 วัตต์ 7.401 เปอร์เซนต์

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการทดลองผลิต
แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอน
ชนิดเซลล์ชั้นที่ผลิตโดยเจือไนที่แตกต่างกัน
จำนวน 4 แผง แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์
ฟัสซิลิคอนขนาดพื้นที่ 0.89ตารางเมตร ความกว้าง
635 มิลลิเมตร ความยาว 1,245 มิลลิเมตร
น้ำหนัก 14.0 กิโลกรัม โดยมีเจือไนในการสร้าง
ดังนี้

Preheat 200 Temp Substrate Foreline
Pump Process Pump 300 sec Ar purge 1.5 180
sec High Vacuum 600 sec 1-layer (p-a-SiO)
SiH₄ 0.336, CO 0.315, H₂ 6.00 B₂H₆ 0.046
1100 mt 200 w 194 sec P1-layer (buffer)
SiH₄ 0.168, CO 0.154, H₂ 6.00, 1100 mt 200
sec 190 Flush Ar 0.680 800 mt 200 sec High
Vacuum 500 sec 1-layer SiH₄ 1.0, H₂ 7.50
1200 mt 400 w 1012 sec N1(seed)-layer SiH₄
0.055, H₂ 7.00, 1500 mt 550 w 400 sec
N1(mc)-layer SiH₄ 0.093, H₂ 7.70, PH 0.046,
Ar 0.100 1500 mt 550 w 700 sec High
Vacuum 500 sec . * P2-layer (mc-SiO) SiH₄
0.053, CO 0.020, H₂ 7.00, B₂H₆ 0.013 P2-
layer (mc-SiO) SiH₄ 0.053, CO 0.022, H₂
7.00, B₂H₆ 0.013 1500 mt 550 w 250 sec
P2-layer (buffer) SiH₄ 0.168, CO 0.088, H₂
0.013 1100 mt 200 w 130 sec Flush Ar 0.680
800 mt 200 sec High Vacuum 500 sec .
I2(α:si)-layer SiH₄ 1.0, H₂ 7.50 1000 mt 320 w
3054 sec N2(seed)-layer SiH₄ 0.055, H₂ 7.00,
1500 mt 550 w 400 sec N2(mc)-layer SiH₄
0.093, H₂ 7.70 PH 0.023, Ar 0.100 1500 mt
550 w 500 sec . N2(mc)-layer SiH₄ 0.093, H₂
7.70, PH 0.046, Ar 0.100 1500 mt 550 w 700

sec Ar purge Ar 1.500 180 sec High Vacuum
300 sec Vent 300 sec

1. เจือไนในการสร้างโดยการเพิ่มความดันภายในตู้ควบคุม ในชั้น I top เท่ากับ 1320 มิลลิทอร์ ปริสิทธิภาพที่ได้ 62.883 โวลต์ 1.347 แอมแปร์ 54.097 วัตต์ 7.401 เปอร์เซนต์

2. เจือไนในการสร้างโดยการเพิ่มปริมาณแก๊ส ภายในตู้ควบคุม ในชั้น I top ไสโครเจน 8.25 สแตนดาร์ดคิวบิกลูกบาศก์ เซ็นเมตร ปริสิทธิภาพที่ได้ 64.425 โวลต์ 1.229 แอมแปร์ 49.124 วัตต์ 6.214 เปอร์เซนต์

3. เจือไนในการสร้างโดยการเพิ่มกำลังไฟฟ้า ในการให้กำลังไฟฟ้า ภายในตู้ควบคุม ในชั้น I top เท่ากับ 440 วัตต์ ปริสิทธิภาพที่ได้ 64.769 โวลต์ 1.346 แอมแปร์ 52.788 วัตต์ 6.677 เปอร์เซนต์

4. เจือไนในการสร้างโดยการเพิ่มเวลา ภายในตู้ควบคุม ในชั้น I top 1113 วินาที ปริสิทธิภาพที่ได้ 61.406 โวลต์ 1.386 แอมแปร์ 54.33 วัตต์ 7.401 เปอร์เซนต์

5. ไพราโนมิเตอร์ (Pyranometer) สำหรับวัดค่ารังสีดวงอาทิตย์

6. เทอร์โมคอปเปิล (Thermocouple) สำหรับวัดค่าอุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์

7. เครื่องวัดประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ SPI-SIMULATOR TM 350 I APHOTOVOLTAIGC MODULE TESTER วัดความเข้มแสงภายใต้ความมืดและความสว่าง ที่ Air mass สเปกตรัม AM 1.5 (1000 W/m²)

8. มัลติมิเตอร์ สำหรับวัดกระแสไฟฟ้าและแรงเคลื่อน

9. ใบบันทึกประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอนชนิดเซลล์ซ้อนที่ผลิตโดยเจือไนที่แตกต่างกัน ทำการทดลองจริงโดยนำแผงเซลล์ที่ผลิตจากขั้นตอนการผลิตไปรับแสงอาทิตย์แล้วทำการวัดประสิทธิภาพ ด้วยเครื่องวัดประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ ทำการเก็บข้อมูลสัปดาห์ละ 3 วันทำการบันทึกตั้งแต่วันที่ 13.00 – 14.00 น. แล้วทำการบันทึกข้อมูลลงในใบบันทึกประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด อะมอร์ฟัสซิลิคอน

การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบใบบันทึกประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอนชนิดเซลล์ซ้อนที่ผลิตโดยเจือไนที่แตกต่างกันการได้รับความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญที่แสดงความคิดเห็นในด้านต่างๆโดยใช้ค่าสถิติ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ โดยมีเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ดังนี้

กำลังไฟฟ้าสูงสุด 51 – 60 W หมายถึง มีประสิทธิภาพระดับดี

กำลังไฟฟ้าสูงสุด 41 – 50 W หมายถึง มีประสิทธิภาพระดับปานกลาง

กำลังไฟฟ้าสูงสุด 31 – 40 W หมายถึง มีประสิทธิภาพระดับน้อย

กำลังไฟฟ้าสูงสุด 20 – 30 W หมายถึง มีประสิทธิภาพระดับต้องปรับปรุง

ประสิทธิภาพสูงสุด 6% – 10% หมายถึง มีประสิทธิภาพระดับสูง

ประสิทธิภาพสูงสุด 4% – 6% หมายถึง มีประสิทธิภาพระดับปานกลาง

ประสิทธิภาพสูงสุด 0% – 4% หมายถึง มีประสิทธิภาพระดับต่ำ

แหล่งที่มา : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปสำหรับการวิจัย เพื่อคำนวณค่าสถิติที่ต้องการโดยมีการแบ่งวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ คือ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 57)

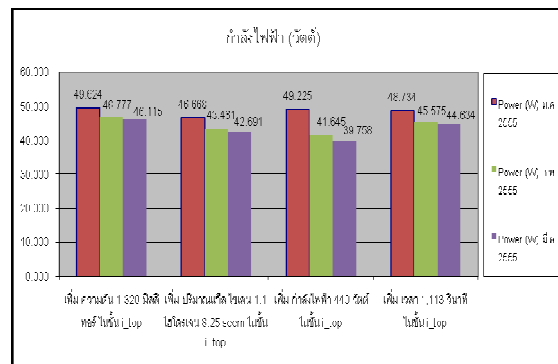
1. ค่าคะแนนเฉลี่ย
2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
3. การทดสอบค่า (t – test Statistic)

ผลการวิจัย

1. แสดงค่าเฉลี่ยระดับกำลังไฟฟ้าสูงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจาก อะมอร์ฟัสซิลิคอนชนิดเซลล์ชั้น ที่ผลิตโดยเงื่อนไขที่แตกต่างกัน ตั้งแต่เดือน มกราคม ถึงเดือน มีนาคม พ.ศ. 2555

จากการทดลองวัดประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอนชนิดเซลล์ชั้นที่ผลิตโดยเงื่อนไข เพิ่มความดัน 1,320 มิลลิทอร์ เพิ่มปริมาณแก๊ส ภายในตู้ควบคุม ในชั้น I top โซเลน 1.1 ไฮโดรเจน 8.25 สแตนดาร์ดคิวบิก ลูกบาศก์เซนเมตร เพิ่ม กำลังไฟฟ้า 440 วัตต์ เพิ่มเวลา 1,113 วินาที ค่าระดับกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุดของ เดือน มกราคม – มีนาคม อยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 45.409 วัตต์ และการทดลองค่าเฉลี่ยระดับกำลังไฟฟ้าสูงสุดของ เดือน มกราคม – มีนาคม พ.ศ. 2555 เมื่อนำเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 4 ไปทำการทดลองรับแสงอาทิตย์เป็นเวลาสามเดือนพบว่าเงื่อนไขเพิ่มความดัน 1,320 มิลลิทอร์ มีค่าเฉลี่ยกำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 47.506 วัตต์ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.29 อยู่ในระดับปานกลาง เงื่อนไขเพิ่มความดัน 1,320 มิลลิทอร์จากการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์วัดค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดอยู่ที่ 54.097 วัตต์ เมื่อนำเซลล์แสงอาทิตย์ไปทำการทดลองตากแดดค่า

กำลังไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยลดลง 6.591 วัตต์ เงื่อนไขเพิ่มกำลังไฟฟ้า ในการให้กำลังไฟฟ้า ภายในตู้ควบคุม ในชั้น I top เท่ากับ 440 วัตต์ มีค่าเฉลี่ยกำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 43.543 วัตต์ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.66 อยู่ในระดับปานกลาง เป็นเงื่อนไขที่ไม่ดี

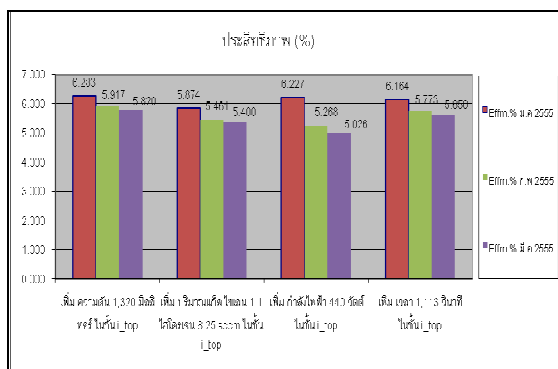


ภาพที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยกำลังไฟฟ้าสูงสุดของทุกเดือน ตั้งแต่เดือน มกราคม-กุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ.2555

2. แสดงค่าเฉลี่ยระดับประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจาก อะมอร์ฟัสซิลิคอนชนิดเซลล์ชั้น ที่ผลิตโดยเงื่อนไขที่แตกต่างกัน ตั้งแต่ เดือน มกราคม ถึง เดือน มีนาคม พ.ศ. 2555

จากการทดลองวัดประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอนชนิดเซลล์ชั้นที่ผลิตโดยเงื่อนไข เพิ่มความดัน 1,320 มิลลิทอร์ เพิ่มปริมาณแก๊ส ภายในตู้ควบคุม ในชั้น I top โซเลน 1.1 ไฮโดรเจน 8.25 สแตนดาร์ดคิวบิก ลูกบาศก์เซนเมตร เพิ่ม กำลังไฟฟ้า 440 วัตต์ เพิ่มเวลา 1,113 วินาที ค่าระดับประสิทธิภาพต่อพื้นที่ทั้งหมดเฉลี่ยสูงสุดของเดือนมกราคม – มีนาคม อยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 5.738 % และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.36 จากการทดลองค่าเฉลี่ยระดับประสิทธิภาพต่อพื้นที่ทั้งหมดของ เดือน มกราคม – มีนาคม พ.ศ. 2555 เมื่อนำเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 4 เงื่อนไข ไปทำการทดลองรับแสงอาทิตย์เป็นเวลาสามเดือน

พบว่าเงื่อนไขเพิ่มความดัน 1,320 มิลลิเมตร มีค่าประสิทธิภาพต่อพื้นที่ทั้งหมด เท่ากับ 6.006 % และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.29 อยู่ในระดับสูง เพิ่มขึ้นความดัน 1,320 มิลลิเมตรจากการผลิเซลล์แสงอาทิตย์วัดค่าประสิทธิภาพต่อพื้นที่ทั้งหมดอยู่ที่ 6.843 % เมื่อนำเซลล์แสงอาทิตย์ไปทำการทดลองรับแสงอาทิตย์ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพต่อพื้นที่ทั้งหมดลดลง 0.837% เงื่อนไขเพิ่มกำลังไฟฟ้า ในการให้กำลังไฟฟ้า ภายในตู้ควบคุม ในชั้น I top เท่ากับ 440 วัตต์ มีค่าประสิทธิภาพต่อพื้นที่ทั้งหมดเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 5.507% และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.59 อยู่ในระดับปานกลาง เป็นเงื่อนไขที่ไม่ดี



ภาพที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพต่อพื้นที่ทั้งหมดของทุกเดือนตั้งแต่เดือน มกราคม-กุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ.2555

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเชิงทดลองนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาประสิทธิภาพและพลังงานของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอนชนิดเซลล์ซ้อนที่ผลิตโดยเงื่อนไขที่แตกต่างกัน เงื่อนไขที่ดีที่สุดคือเงื่อนไขเพิ่มความดัน 1,320 มิลลิเมตรค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้าและประสิทธิภาพสูงสุดลดลง 6.591 วัตต์ และมีค่าประสิทธิภาพต่อพื้นที่ทั้งหมดลดลง 0.837 % มีค่าระดับกำลังไฟฟ้าอยู่ที่ระดับปานกลางและมีประสิทธิภาพอยู่ที่ระดับสูงเงื่อนไขที่ไม่ดีคือ

เงื่อนไขเพิ่มกำลังไฟฟ้า 440 วัตต์ ค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้าและประสิทธิภาพสูงสุดลดลง 9.245 วัตต์ และ 1.170 %

ทดสอบสมมติฐานพบว่า สอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้น (t - test Statistic) เมื่อนำเซลล์แสงอาทิตย์ไปตากแดดและวัดกำลังไฟฟ้าสูงสุด ค่าเฉลี่ยกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่วัดได้ต่ำกว่า 54.097 วัตต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 เมื่อนำเซลล์แสงอาทิตย์ไปตากแดดและวัดประสิทธิภาพต่อพื้นที่ทั้งหมด ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพต่อพื้นที่ทั้งหมดที่วัดได้ต่ำกว่า 6.843 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ข้อเสนอแนะการวิจัย

ข้อเสนอแนะสำหรับการปฏิบัติ

จากผลการทดลองวัดประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตจากอะมอร์ฟัสซิลิคอนชนิดเซลล์ซ้อนที่ผลิตโดยเงื่อนไขที่แตกต่างกันจะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์นั้นสามารถเสื่อมประสิทธิภาพได้เนื่องจากเงื่อนไขในการสร้างนั้นสามารถปรับเปลี่ยนได้ตลอดเวลาขึ้นอยู่กับการสร้างและการผลิตให้เป็นไปตามเงื่อนไขเพื่อหาประสิทธิภาพที่ดีที่สุดในการผลิตแต่ละครั้ง หลังจากการผลิตเสร็จแล้วควรนำเซลล์แสงอาทิตย์ไปทำการรับแสงอาทิตย์เป็นเวลา 360 วัน เพื่อวัดประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์และวิเคราะห์ผลเพื่อหาเงื่อนไขที่ดีที่สุด ควรศึกษาเงื่อนไขในการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ในชั้น P และ N ด้วยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ทำให้ลดเวลาลดวัตถุดิบและประหยัดพลังงาน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรเลือกเงื่อนไขในการสร้างในชั้น P และ N ของชั้น TOP และนำไปเปรียบเทียบกับชั้น I เพื่อหาประสิทธิภาพที่ดีที่สุด

2. ควรวัดประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์เป็นระยะเวลา 360 วัน เพื่อศึกษาการเสื่อมประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ลดลงหลังจากการใช้งาน

3. ควรตรวจสอบผู้ควบคุมการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ให้เป็นไปตามขั้นตอนการผลิตเพื่อลดปัญหาและความผิดพลาดในการผลิตแต่ละครั้ง

4. นำเงื่อนไขที่ดีที่สุดจากการทดลองไปใช้งานและปรับเงื่อนไขในการสร้างในชั้น P ชั้น I และชั้น N ของชั้น BOTTOM ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและทำการทดลองอีกครั้งเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพและพัฒนาเงื่อนไขในการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2552). **หลักสูตรการฝึกอบรมเทคนิคการประยุกต์ใช้เซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับผู้สอน นักเรียน นักศึกษา**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. วิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 33. สถาบันพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- โครงการศูนย์เทคโนโลยีพลังงานสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2546) **ถาม-ตอบเกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์**. จรัญ ศรีธาราธิคุณ, ชาญณรงค์ ภิรมย์จิตร, อภิชาญ มูลละคร, อมรรัตน์ ลิ้มมณี และ กอบศักดิ์ ศรีประภา. (2554). **ผลของชั้นหน้าต่างรับแสงชนิดต่างๆต่อสมรรถนะของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางซิลิคอน**. รายงานการประชุมเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 7. สถาบันพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- ชาญณรงค์ ภิรมย์จิตร, กอบศักดิ์ ศรีประภา, อมรรัตน์ ลิ้มมณี, ประทุม คงสุข, วิชิต แสงสุวรรณ และ วิสุทธิ ฐิติรุ่งเรือง. (2552). **การพัฒนาชั้นไอของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลิคอนออกไซด์** การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 5. มหาวิทยาลัยนเรศวรพิษณุโลก. สถาบันพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- ณัฐพล รุ่งประแสง. (2547). **การอบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรโดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานความร้อน** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ดุสิต เครื่องาม. (2542). **สิ่งประดิษฐ์อุปโตอิเล็กทรอนิกส์เล่ม 2**. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุรภา เบญจคุ้ม. (2553). **การประเมินสมรรถนะของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในระบบไมโครกริด**. ศึกษา ค้นคว้าด้วยตนเอง. วิทยาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สถาบันเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์.ศูนย์บริการจัดการเทคโนโลยีสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2549). **หนังสือชุด เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ เล่ม 2 รอบรู้เรื่องเซลล์แสงอาทิตย์**.

สุนทร ชาวหนองหิน. (2544). **การศึกษาเทคโนโลยีการปลูกฟิล์มอะมอร์ฟัสซิลิคอนด้วยวิธีพลาสมาซีวีดีความถี่สูงมากเพื่อให้ได้การปลูกฟิล์มสูง**. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุทธินันท์ เจริญเสถียรโชค. (2549). **การปลูกฟิล์มบางด้วยระบบสเปตเตอริง**. ปริญญาานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีลาดกระบัง.

A. Takano et al., (2006). **Production Technology of Film Solar Cell**. (Report on Master. Res.Soc.Symp.Proc Vol.910). Japan: Fuji Electric Advanced Technology Co., Ltd.

Droz, C. (2003). **Thin Film Microcrystalline Silicon Layers and Solar Cell: Microstructure and Electrical Performances**. in Institut de Microtechnique. Universite de Neuchatel: Neuchatel.