

การเพิ่มเสถียรภาพการผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์แบบ ผลึกเดี่ยวด้วยการสกัดแยกช่วงคลื่นแสง

An Improvement of Electrical Generating Stability of Monocrystalline Solar Cell Using Solar Ray Extracting Process

วรพจน์ ศตเดชากุล¹ และ ณัฐ จันท์ครบ²

¹ ศูนย์นวัตกรรมเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ (IMERs) ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

² ห้องวิจัยวิทยาการควบคุมอัตโนมัติและระบบหุ่นยนต์ (CARL LAB)
สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
19/1 หนองค้างพลู หนองแขม กรุงเทพฯ 10160

* ติดต่อ: โทรศัพท์: 034 355 310, โทรสาร: 034 355 310, E-mail: fengwpsk@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ด้วยองค์ประกอบของแสงอาทิตย์ในภูมิภาคเขตร้อนชื้น มีปริมาณของรังสีความร้อน(Infrared) และรังสีเหนือม่วง(Ultraviolet) ค่อนข้างสูง ซึ่งรังสีทั้งสองมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพและเสถียรภาพการผลิตและจ่ายพลังงานของเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว บทความนี้จะนำเสนอกระบวนการเพิ่มเสถียรภาพให้กับเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว โดยการสกัดแยกช่วงรังสีทั้งสองออกไปด้วยการสะท้อนผ่านปริซึมแถวลำดับแบบแผ่นบาง (Thin Prism Plate Array) ที่สร้างจากแผ่นโพลีคาร์บอเนต ผลการทดสอบการจ่ายพลังงานให้กับชุดควบคุมภาระพลังงาน (Load Test Unit) ปรากฏว่า เสถียรภาพการจ่ายกระแสสูงกว่า 7-12 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการใช้แสงอาทิตย์ปกติ และอุณหภูมิทำงานที่ผิวของเซลล์แสงอาทิตย์ในช่วงเวลา 09.00 น. ถึง 15.30 ลดลงกว่า 17-25 องศาเซลเซียสสัมพันธ์กับช่วงเวลา

คำหลัก: รังสีความร้อน รังสีเหนือม่วง เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว ปริซึมแถวลำดับแบบแผ่นบาง

Abstract

According to solar light in topical zone have high infrared and ultraviolet ray intensity. Both of this ray produce negative effect to efficiency and stability of monocrystaline solar cell. This paper proposes an incremental of stability process using light extractive equipment. This equipment consists of thin prism plate array that can be extracting infrared and ultraviolet from solar ray. The result show stability improvement of electrical power in range 7-12 percent and temperature decreasing at the surface of monocrystaline solar cell in range 17-25 °C

Keyword: Infrared, Ultraviolet, monocrystaline solar cell thin prism plate array

1. บทนำ

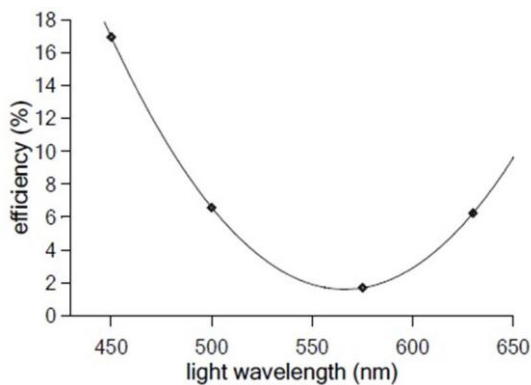
ในภูมิภาคเขตร้อนชื้น (Topical Zone) อย่างประเทศไทยมีปริมาณแสงอาทิตย์ค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดปีเหมาะสมในการผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แต่ด้วยองค์ประกอบของแสงมีปริมาณความเข้มของรังสีความร้อน (Infrared) และรังสีเหนือม่วง (Ultraviolet) ค่อนข้างสูง ซึ่งรังสีทั้งสองสร้างผลกระทบต่อประสิทธิภาพและเสถียรภาพการผลิตและจ่ายพลังงานของเซลล์แสงอาทิตย์ผลึกเดี่ยวจากงานวิจัยของ[1] สุวิทย์ เพชรห้วยลึก รายงานผลกระทบของอุณหภูมิกับประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ผลึกเดี่ยว เกิดจากรังสีทั้ง

สอง แต่ยังมีผลกระทบในอื่นๆ เช่นด้านเสถียรภาพในการผลิตและจ่ายพลังงาน คณะผู้วิจัยจึงดำเนินการทดสอบผลเชิงเสถียรภาพโดยใช้อัตราส่วนของความต่างศักย์ (V, Volte) ต่อการกำลังไฟฟ้า (EP, Electrical Power) เป็นตัวแปรในการทดสอบซึ่งผลการทดสอบบ่งชี้ถึงเสถียรภาพที่เพิ่มขึ้นกว่าร้อยละ 7-12 เมื่อแสงถูกสกัดแยกรังสีทั้งสองออกไป ในขณะที่อุณหภูมิที่ผิวของในขณะจ่ายพลังงานลงอย่างเห็นได้ชัด (17-25 °C) เช่นเดียวกัน

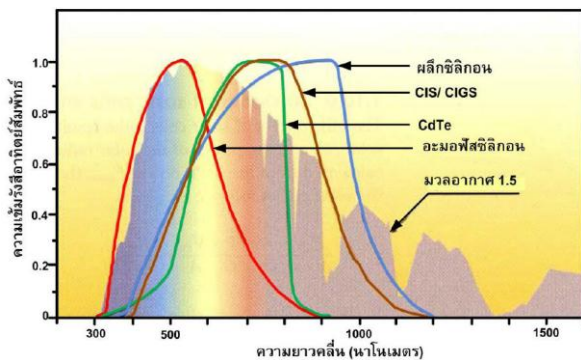
2. ทฤษฎีและระเบียบวิธีทดลอง

2.1 ทฤษฎี

เป็นที่ทราบกันดีว่ารังสีจากดวงอาทิตย์ประกอบด้วยสามส่วนหลักคือ รังสีเหนือม่วง แสงขาว (Visible Light) และรังสีอินฟราเรด หรือช่วงคลื่น 380-1100 นาโนเมตร จากรายงานของกรมพัฒนาพลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน และงานวิจัยของ [1] สุวิทย์ เพชรห้วยลึก แสดงให้เห็นคุณลักษณะของเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยวที่สามารถสามารถตอบสนองได้ดีกับแสงขาว และรังสีอินฟราเรดบางส่วน ดังแสดงในรูปที่ 1-1และ1-2

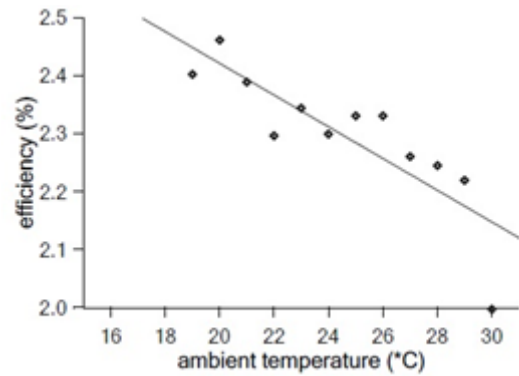


รูปที่ 1-1 แสดงประสิทธิภาพในการตอบสนองช่วงคลื่นแสงต่างๆของเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว



รูปที่ 1-2 แสดงการตอบสนองช่วงคลื่นแสงต่างๆของเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่าง

และอุณหภูมิที่ผิวเซลล์แสงอาทิตย์มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิตพลังงาน ตามการรายงานของ [1] สุวิทย์ เพชรห้วยลึกตามรูปที่ 1-3



รูปที่ 1-3 แสดงประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยวกับอุณหภูมิที่ผิว

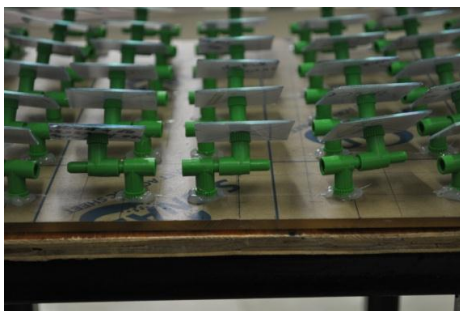
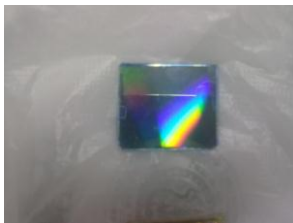
การสกัดแยกรังสีอินฟราเรด และ รังสีเหนือม่วง ออกจากแสงอาทิตย์อาจอาศัยปริซึมทรงเหลี่ยมที่มีดัชนีหักเหที่เหมาะสม ในงานวิจัยของ[5] Ragip A ที่ออกแบบวัสดุแผ่นบางที่มีผลึกปริซึมขนาดเล็กจำนวนมากกระจายอยู่ในวัสดุแผ่นบางสามารถสกัดแยกรังสีที่ต้องการ รวมถึงบริษัท Prism Solar Technology ที่วิจัยผลิตแผ่นพลาสติกที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับปริซึมด้วยเทคโนโลยีเลเซอร์ชั้นสูง แต่งานวิจัยทั้งสองอาจมีราคาที่สูงมากเกินไปที่จะนำมาใช้ได้จริงในประเทศไทย ทีมวิจัยจึงได้ค้นหาวัสดุที่สามารถสกัดแยกรังสีจากแสงอาทิตย์และมีราคาที่เหมาะสมจนพบว่าแผ่นโพลีคาร์บอเนต ฉาบด้วยสารสะท้อนแสงซึ่งมีการผลิตเป็น

จำนวนมากในอุตสาหกรรมแผ่นCD และDVD สามารถสกัดแยกรังสีด้วยกระบวนการเป็นแบบหักเหสะท้อนกลับ(Reflection Process)



รูปที่ 2-1 แสดงการหักเหสะท้อนกลับของคลื่นแสงผ่านแผ่นโพลีคาร์บอเนต

เพื่อให้การหักเหสะท้อนกลับไปยังแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพจึงทำการตัดแต่งแผ่นโพลีคาร์บอเนตให้มีขนาด 4x4 cm จัดวางเรียงเป็นแถวลำดับเพื่อสะท้อนแสงที่สกัดแยกแล้วไปยังแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยวดังแสดงในรูปที่ 2-2



รูปที่ 2-2 แสดงแผ่นโพลีคาร์บอเนต ที่ตัดแต่งแล้ว และทำการจัดเรียงเป็นแถวลำดับ

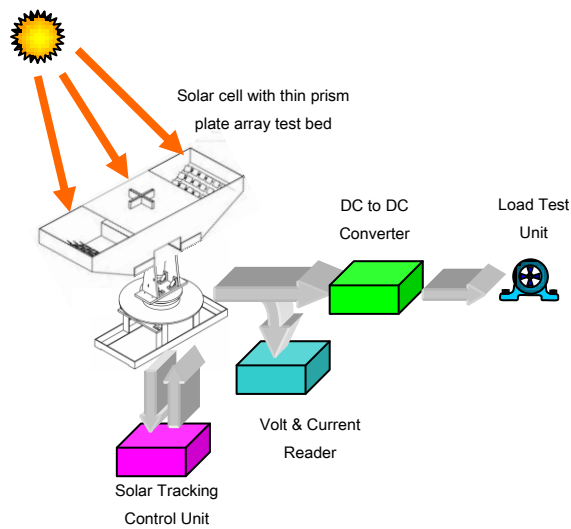
แต่ด้วยความเข้มแสงที่สะท้อนกลับมีเพียงร้อยละ 65-70 อันเนื่องมาจากความหนาของชั้นสารสะท้อนที่หนาเพียง 500 ไมครอน จึงมีแสงบางส่วนทะลุผ่านไปได้ใน ดังนั้นการสร้างอุปกรณ์สกัดแยกจึงได้เพิ่มพื้นที่ของแถวลำดับของแผ่นโพลีคาร์บอเนตร้อยละ 40 เพื่อชดเชยผลกระทบดังกล่าว



รูปที่ 2-2 แสดงการสะท้อนแสงที่สกัดแยกจากแถวลำดับแผ่นโพลีคาร์บอเนต ไปยัง แผงเซลล์แสงอาทิตย์

2.2 ระเบียบวิธีทดลอง

คณะผู้วิจัยได้ออกแบบสร้างอุปกรณ์ในการทดสอบที่สามารถสกัดแยกรังสีความร้อนและรังสีเหนือม่วงออกจากแสงแดด เพื่อเก็บข้อมูลอุณหภูมิที่ผิวเซลล์แสงอาทิตย์ (T) ความต่างศักย์ (V) และภาระกำลังไฟฟ้า (EP) แล้วนำสองตัวแปรหลังมาพิจารณาอัตราส่วนระหว่างกัน ผลบ่งชี้ถึงเสถียรภาพการจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่แตกต่างกันระหว่างแสงปกติกับแสงที่ถูกสกัดแยก และความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ผิวเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยวกับเวลา ดังแสดงในรูปที่ 2-1 และ 2-2



รูปที่ 2-1 แสดงอุปกรณ์การทดสอบเสถียรภาพ
การผลิตพลังงานของเซลล์แสงอาทิตย์ผลึกเดี่ยว
ด้วยการสกัดแยกแสง

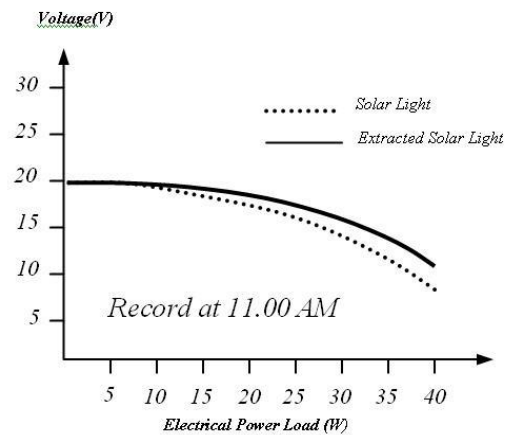


รูปที่ 2-2 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์การ
ทดสอบเสถียรภาพการผลิตพลังงานของ
เซลล์แสงอาทิตย์ผลึกเดี่ยวด้วยการสกัดแยก
แสงในขณะทำการทดลอง

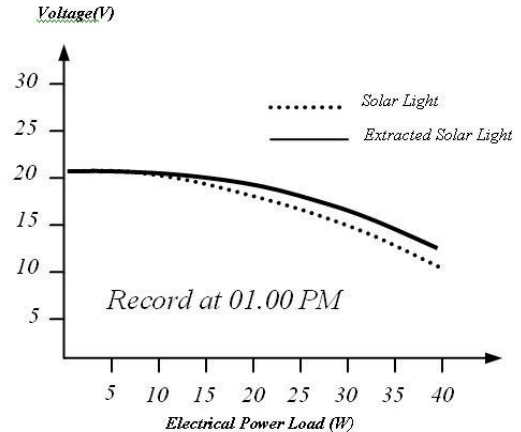
3. ผลการทดลอง

การทดลองดำเนินการที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐมในระหว่างเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ โดยทำการเก็บข้อมูลสองรูปแบบ คือ รูปแบบที่หนึ่ง ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความต่างศักย์กับภาระโหลด

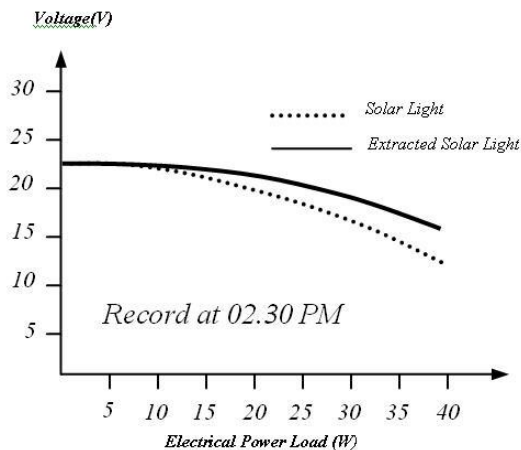
ทางไฟฟ้าโดยจำกัดภาระสูงสุดทางไฟฟ้าไว้ที่ 40 วัตต์ และรูปแบบที่สอง ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ผิวเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยวกับเวลาซึ่งเป็นไปตามกราฟข้อมูลในรูปที่ 3-1 ถึง 3-4



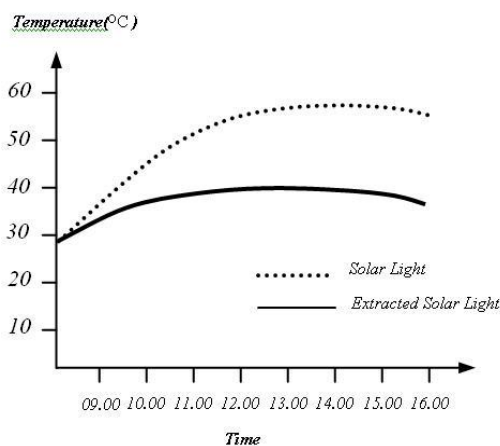
รูปที่ 3-1 แสดงผลการทดลองความสัมพันธ์
ระหว่างระดับความต่างศักย์กับภาระโหลด
ทางไฟฟ้า ในเวลา 11.00 น.



รูปที่ 3-2 แสดงผลการทดลองความสัมพันธ์
ระหว่างระดับความต่างศักย์กับภาระโหลด
ทางไฟฟ้า ในเวลา 13.00 น.



รูปที่ 3-3 แสดงผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างระดับความต่างศักย์กับภาระโหลดทางไฟฟ้า ในเวลา 14.30 น.



รูปที่ 3-4 แสดงผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างระดับความต่างศักย์กับภาระโหลดทางไฟฟ้า ในเวลา 11.00 น.

4. สรุปผลและแผนงานในอนาคต

การทดสอบแสดงผลของเสถียรภาพการจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น พิจารณาจากแนวโน้มของอัตราส่วนระหว่างความต่างศักย์ (V) ต่อภาระกำลังไฟฟ้า (EP) ที่ต่างกัน 7-12 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่ารังสีความร้อน (Infrared) และรังสีเหนือม่วง (Ultraviolet) มีผลกระทบโดยตรง

ไม่เพียงแต่อุณหภูมิการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์เท่านั้นที่ต่างกัน 17-25 องศาเซลเซียส แต่ยังมีผลต่อเสถียรภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้าอีกด้วย ในขั้นต่อไปทีมวิจัยวางแผนดำเนินการขยายขนาดปริซึมแกลวลำดับแบบแผ่นบางให้เพิ่มขึ้นและเสริมอุปกรณ์รวมแสงเพื่อลำเลียงแสงที่สกัดแยกแล้วผ่านใยแก้วนำแสงไปยังแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งในห้องปิดที่ปราศจากฝุ่นละออง ซึ่งสามารถควบคุมตัวแปรอุณหภูมิและแสงรบกวนได้ดียิ่งขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

ทีมผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่สนับสนุนทุนวิจัยเบื้องต้น รวมทั้งภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน และห้องวิจัยวิทยาการควบคุมอัตโนมัติและระบบหุ่นยนต์ (CARL LAB) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ ที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือ สถานที่ และบุคลากรในการทำวิจัยร่วมกัน จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลงด้วยดี และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำสถานีตรวจอากาศจังหวัดนครปฐมที่เอื้อเฟื้อข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาประกอบการวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] S. Phethuayluk, T. Tonnimit, N.Chosiri and P.Kongrat, 2003. "Effect of Physical Properties on the Efficiency of the Single Crystal Silicon Solar Cells". 29th Congress on Science and Technology of Thailand 20-22 October, Golden Jubilee Convention Hall, Kean University. Pp. 180. (Poster).
- [2] G. Smestad, H. Ries, R. Winston, E. Yablonovitch, "The thermodynamic limits of light concentrators," *Solar Energy Materials*, 21, 99-111, 1990.
- [3] M. Sidrach de Cardona, M. Carrascosa, F. Meseguer, F. Cusso, F. Jaque, "Outdoor Evaluation of Luminescent Solar Concentrator Prototypes," *Applied Optics*, 24,13, 2028-2032, 1985.
- [4] F. Lasnier, T. G. Ang, in Photovoltaic Engineering Handbook, Adam Hilger, Bristol 1990, p. 209.
- [5] Ragip A. Pala, Justin White, Edward Barnard, John Liu, and Mark L. Brongersma "Design of Plasmonic Thin-Film Solar Cells with Broadband Absorption Enhancements" Adv. Mater. 2009, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim 21, 3504–3509
- [7] M. Mokhtar Atteg "Photovoltaic Materials and Solar Cell Design ", International Renewable Energy

Congress Sousse, Tunisia, November, 2010 .

[6] เอกสารเผยแพร่หัวข้อ "ไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์" กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน 2550.