หัวข้อวิจัย การศึกษาประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง
จากใบขี้เหล็ก และดอกต้อยติ่ง
ชื่อผู้วิจัย นางสาวชัญญา ไทยสะเทือน
นางสาวมนทิราลัย เกวขุนทด
หน่วยงาน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราภัฏนครราชสีมา
ปีที่ทำวิจัยเสร็จ 2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงที่ได้จากพืช ได้แก่ ใบขี้เหล็ก และดอกต้อยติ่ง โดยใช้สีย้อมจากพืชผสมกับน้ำปลอดประจุในอัตราส่วน 30 : 70 โดยน้ำหนัก เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงนี้ใช้ไททาเนียมไดออกไซด์เป็นขั้ว working ใช้คาร์บอนเป็นขั้ว counter และใช้โพแทสเซียมไอโอไดด์เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลท์ เมื่อประกอบเซลล์แสงอาทิตย์แล้วหาค่าความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าวงจรปิด แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด และประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานของเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้การวัดความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า ผลการทดสอบพบว่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงที่ได้จากใบขี้เหล็ก และดอกต้อยติ่ง มีค่าเท่ากับ 8.85×10^{-4} % และ 5.50×10^{-4} % ตามลำดับ จากงานวิจัยนี้เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงที่ได้จากใบขี้เหล็กนั้นมีค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานสูงกว่าดอกต้อยติ่ง

คำสำคัญ : เซลล์แสงอาทิตย์ สีย้อมไวแสง ใบขี้เหล็ก ดอกต้อยติ่ง

Research Title Efficiency Determination of Dye Sensitized Solar Cells from Cassia siamea and Ruellia tuberosa

Researcher Miss Chanya Thaisathuean

Miss Monthiralai Keokhunthod

Institute Faculty of Science and Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University

Year 2019

Abstract

This research was aims to study the efficiency of DSSC from plants as Cassia siamea and Ruellia tuberosa. Each plant of the dye sensitizer was admixed to the deionized water with the ratio of 30:70 by weight. The working electrode of this DSSC was TiO_2 while carbon was used as the counter electrode. The potassium iodide was used to be the electrolyte solution between these electrodes. When the DSSC was assembled, the short-circuit current density, open-circuit voltage and the power conversion efficiency of DSSC were measured by using a J-V measurement. It was found that the power conversion efficiency of Cassia siamea and Ruellia tuberosa dye sensitizer of the DSSC were 8.85×10^{-4} % and 5.50×10^{-4} % respectively. From this research the Cassia siamea dye sensitizer of DSSC has higher power conversion efficiency more than Ruellia tuberosa.

Keyword : Solar Cells, Dye Sensitizer, Cassia siamea, Ruellia tuberosa

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ที่ให้ความอนุเคราะห์สารเคมี อุปกรณ์การทดลอง สถานที่ทำการทดลองและเครื่องมือวิเคราะห์ที่ใช้ในงานวิจัย และงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมาประจำปีงบประมาณ 2561

ผู้วิจัย

เมษายน 2562

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1.1 เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)	3
2.1.2 ไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2)	8
2.1.3 สีย้อมไวแสง (Dye sensitizer)	10
2.1.4 ข้อมูลเกี่ยวกับพืชสีย้อมไวแสง	10
2.1.5 การดูดกลืนแสงของสารกึ่งตัวนำ	12
2.1.6 การหาค่าช่องว่างแถบพลังงานจากสเปคตรัมการดูดกลืนแสง	13
2.1.7 การวัดประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า	14
2.1.8 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	16
2.2 วิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	21
3.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี	21
3.1.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	21
3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย	22

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 การสังเคราะห์ฟิล์มของไททาเนียมไดออกไซด์โครงสร้างนาโน	23
3.3 การสกัดสีย้อมไวแสง	24
3.4 การสังเคราะห์ขั้ว Working electrode และขั้ว Counter electrode	24
3.5 การประกอบเซลล์แสงอาทิตย์สีย้อมไวแสง	25
3.6 การทดสอบประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์สีย้อมไวแสงจากพืช	26
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์	28
4.1 ผลการทดสอบการดูดกลืนแสงของสีย้อมและฟิล์มไททาเนียมไดออกไซด์	28
4.2 ผลการทดสอบพื้นผิวของฟิล์มไททาเนียมไดออกไซด์	31
4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์สีย้อมไวแสง	32
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	36
5.1 สรุปผลการวิจัย	37
5.2 ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้ประโยชน์	37
5.2.1 ข้อเสนอแนะ	37
5.2.2 การนำไปใช้ประโยชน์	37
บรรณานุกรม	38
ภาคผนวก	41
ภาคผนวก ก. การเผยแพร่ผลงานวิจัย	42
ภาคผนวก ข. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์	49
ภาคผนวก ค. รายงานสรุปการเงิน	52
ประวัติผู้วิจัย	54

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 แสดงค่าการดูดกลืนแสง และค่าช่องว่างแถบพลังงานของฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์ที่แซ่สีย้อมที่ได้จากใบขี้เหล็กและดอกต้อยติ่งเป็นเวลา 1 ชั่วโมง 31

4.2 แสดงค่าทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงที่ได้จากพืช 35

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์	4
2.2 ประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์ตามลักษณะของผลึก	5
2.3 หลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง	7
2.4 โครงสร้างผลึกของไททาเนียม	9
2.5 แสดงลักษณะของใบขี้เหล็ก	11
2.6 แสดงลักษณะของดอกต้อยติ่ง	12
2.7 แสดงการหาค่าช่องว่างแถบพลังงานจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงกับพลังงานโฟตอน	14
2.8 ก. แสดงกราฟลักษณะเฉพาะของกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ ข. แสดงภาพกลับหัวของภาพที่ 2.7 (ก)	15
2.9 แสดงส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด	17
3.1 แสดงวัสดอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	22
3.2 แสดงการสังเคราะห์ไททาเนียมไดออกไซด์	23
3.3 แสดงฟิล์มไททาเนียมไดออกไซด์ที่เคลือบบนกระจก FTO ด้วยวิธี screen printing	24
3.4 แสดงสีย้อมไวแสงที่ได้จากใบขี้เหล็ก และดอกต้อยติ่ง	24
3.5 แสดงการแช่ฟิล์มไททาเนียมไดออกไซด์ในสีย้อมไวแสง	25
3.6 แสดงขั้ว Counter electrode	25
3.7 แสดงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงที่ประกอบแล้ว	26
3.8 แสดงเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer	26
3.9 แสดงเครื่องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด	27
3.10 แสดงเครื่อง Solar simulator	27
4.1 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของสีย้อมไวแสงที่ได้จากใบขี้เหล็ก (D1) และดอกต้อยติ่ง (D2)	28
4.2 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์ที่แช่สีย้อมที่ได้จากใบขี้เหล็ก (D1) และดอกต้อยติ่ง (D2) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง	29

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $(\alpha h\nu)^2$ กับ $h\nu$ ของฟิล์มไททาเนียมไดออกไซด์ที่แช่สีย้อมที่ได้จากใบขี้เหล็ก (D1) และดอกต้อยติ่ง (D2) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30

4.4 แสดงลักษณะพื้นผิวของฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์ที่เคลือบบนกระจก FTO ด้วยวิธี screen printing และเผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 32

4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้าช่วง - 0.1 ถึง 0.9 โวลต์ ของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงที่ได้จากใบขี้เหล็ก 33

4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้าช่วง - 0.1 ถึง 0.9 โวลต์ ของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงที่ได้จากดอกต้อยติ่ง 33

4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้า ของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงที่ได้จากใบขี้เหล็ก (D1) และดอกต้อยติ่ง (D2) 34

4.8 แสดงค่าฟิลล์แฟกเตอร์และประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงที่ได้จากใบขี้เหล็ก (D1) และดอกต้อยติ่ง (D2) 35