250179

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
250179

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดดายเซนซิไทซ์ที่ใช้ขั้วไทเทเนียมไดออกไซด์
(Fabrication of dye sensitized solar cells using TiO_2 electrodes)

นายสุธิชัย ชัยสิทธิ์ศักดิ์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2554
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
250179
b00256380

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2554 คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2553 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2554 วัสดุที่ใช้ในงานวิจัยนี้บางส่วนได้รับการสนับสนุนจากศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

บทคัดย่อภาษาไทย

250179

เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง (DSSCs) ถือได้ว่าเป็นทางเลือกที่ดีของการผลิตต้นทุนต่ำกว่าเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอน โดยวัตถุประสงค์ของการนำเสนอเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด DSSCs เพื่อศึกษาการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ให้มีประสิทธิภาพสูงโดยใช้วิธีการพิมพ์สกรีน ซึ่งวัตถุประสงค์ในการทดลองนี้ได้แบ่งออกเป็นสองส่วน โดยส่วนแรกได้ศึกษาผลกระทบความหนาของฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์ที่เหมาะต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ โดยพบว่าประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อฟิล์มมีความหนามากขึ้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ความหนาที่เหมาะสมพบว่าจะอยู่ในช่วง 10~15 μm สำหรับในส่วนที่สองได้ปรับเปลี่ยนความเข้มข้นของสีย้อมไวแสงและอุณหภูมิของการอบฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์ ได้พบว่าการ pre-heat-treatment สำหรับอบฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์ที่อุณหภูมิ 125 °C ก่อนเผาต่อที่อุณหภูมิ 450 °C เป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญต่อการเพิ่มขึ้นของ Jsc โดยภายใต้การทดสอบที่สภาวะแสงอาทิตย์ AM 1.5 ประสิทธิภาพสูงสุดที่ได้คือ 8.09 % (Jsc=21 mA/cm^2, Voc=0.73 V, FF=0.52, Area=0.25 cm^2)

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

250179

Dye-sensitized solar cells (DSSCs) are considered the best low-cost alternative to crystalline silicon solar cells so far. The objective of the DSSCs present study is to fabricate highly efficient solar cells by use of the screen printing method. For this purpose the experiments divided into two parts. For the first part, the effect of TiO_2 film thickness on the solar cell performance was investigated. The conversion efficiency was found to increase with increasing the film thickness. In this work, the optimal thickness was found to be in the range of 10~15 μm. For the second part, the concentrations of dye-sensitizer and drying temperature for TiO_2 film were varied. It was found the pre-heat-treatment for drying TiO_2 film at 125 °C before the sintering at 450 °C a critical parameter for enhancement is Jsc. Under the optimal conditions is the highest efficiency of 8.09 % (Jsc=21 mA/cm^2, Voc=0.73 V, FF=0.52, Area=0.25 cm^2) was achieved under AM 1.5 sunlight.

สารบัญเรื่อง

กิตติกรรมประกาศ i

บทคัดย่อภาษาไทย ii

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ iii

สารบัญเรื่อง iv

สารบัญตาราง vi

สารบัญภาพ vii

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย 2

1.3 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 2

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัยโดยสรุป 4

เอกสารอ้างอิง 6

บทที่ 2 วิธีการดำเนินการวิจัย 8

2.1 การออกแบบมาส์กและอุปกรณ์สำหรับพิมพ์สกรีน 8

2.1.1 การออกแบบลวดลายมาส์กของ TiO2 และ Pt 8

2.1.2 การถ่ายแบบลวดลายมาส์กของ TiO2 และ Pt ลงบนแม่พิมพ์ต้นแบบ 8

2.1.3 อุปกรณ์สำหรับการพิมพ์สกรีน 10

2.2 กระบวนการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ 11

2.2.1 การเตรียมขั้วไฟฟ้าโฟโต (Photo electrode) 11

2.2.2 การเตรียมขั้วไฟฟ้าเคาท์เตอร์ (Counter electrode) 12

2.2.3 การประกอบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง 13

2.3 การวัดประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ 19

2.4 การวิเคราะห์สมบัติของฟิล์ม 19

2.4.1 เครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) 19

2.4.2 เครื่อง Atomic Force Microscope (AFM) 20

2.4.3 เครื่อง Step Profile 20

2.4.4 การวิเคราะห์สมบัติทางแสง 20

บทที่ 3 ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์ 21

3.1 การศึกษาผลกระทบความหนาของฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้ไทเทเนียมไดออกไซด์โซล-เจล จาก NECTEC 21

3.1.1 ความหนาของฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์ 21

3.1.2 ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ 22

3.1.3 ภาพถ่ายพื้นผิวฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์ 25

3.2 การศึกษาผลกระทบความหนาของฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้ไทเทเนียมไดออกไซด์โซล-เจล จาก Solaronix 27

3.2.1 ความหนาของฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์ 27

3.2.2 ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ 28

3.2.3 ภาพถ่ายพื้นผิวฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์ 29

3.3 การศึกษาความเข้มข้นสีย้อมไวแสง (N719) ซึ่งผสมด้วยตัวทำละลาย เอทานอลที่ความเข้มข้นน้อย (1:5) และความเข้มข้นมาก (1:1) ที่เหมาะสมต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ 31

3.3.1 ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ 31

3.4 ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการอบไทเทเนียมไดออกไซด์โซล-เจล เพื่อไล่ความชื้นออกจากฟิล์ม ลดรอยแตกร้าวจากการเผาที่อุณหภูมิสูง 33

3.4.1 ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ 33

3.4.2 ภาพถ่ายพื้นผิวฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์ 34

เอกสารอ้างอิง 36

บทที่ 4 สรุปและข้อเสนอแนะ 37

4.1 สรุป 37

4.2 ข้อเสนอแนะ 37

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่างๆของเซลล์แสงอาทิตย์ (TiO2 sol-gel; NECTEC)..... 24
ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่างๆของเซลล์แสงอาทิตย์ (TiO2 sol-gel; Solaronix)..... 29
ตารางที่ 3.3 เปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่างๆของเซลล์แสงอาทิตย์ (Dye 1:1, 1:5)..... 32
ตารางที่ 3.4 เปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่างๆของเซลล์แสงอาทิตย์ (Preheat 100°C, 125°C)..... 33

สารบัญภาพ

รูปที่ 2.1 ต้นแบบลวดลายมาส์กของ TiO2 และ Pt 9

รูปที่ 2.2 บล็อกพิมพ์สกรีนแม่พิมพ์ต้นแบบของ TiO2 และ Pt 9

รูปที่ 2.3 อุปกรณ์สำหรับพิมพ์สกรีน (ก) แท่นพิมพ์สกรีน (ข) บล็อกพิมพ์สกรีน และ (ค) ยางปาด 10

รูปที่ 2.4 บล็อกพิมพ์สกรีนติดตั้งเข้ากับแท่นพิมพ์สกรีน 11

รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการเตรียมขั้วไฟฟ้าโฟโต (Photo electrode) 12

รูปที่ 2.6 ขั้นตอนการเตรียมขั้วไฟฟ้าเคาท์เตอร์ (Counter electrode) 13

รูปที่ 2.7 ขั้นตอนการประกอบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง 14

รูปที่ 2.8 ขั้นตอนกระบวนการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง (การทดลองที่ 1) 15

รูปที่ 2.9 ขั้นตอนกระบวนการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง (การทดลองที่ 2) 16

รูปที่ 2.10 ขั้นตอนกระบวนการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง (การทดลองที่ 3) 17

รูปที่ 2.11 ขั้นตอนกระบวนการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง (การทดลองที่ 4) 18

รูปที่ 2.12 ระบบวัดประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ 19

รูปที่ 3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนากับจำนวนชั้นฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO2 sol-gel จาก NECTEC)22

รูปที่ 3.2 ผลการวัดประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ (TiO2 sol-gel จาก NECTEC) (ก) ประสิทธิภาพ (Efficiency) (ข) กระแสลัดวงจร (Jsc) (ค) แรงดันวงจรเปิด (Voc) และ (ง) ฟิลล์แฟกเตอร์ (FF) 23

รูปที่ 3.3 คุณสมบัติกระแสและแรงดันของเซลล์แสงอาทิตย์ (TiO2 sol-gel จาก NECTEC) 25

รูปที่ 3.4 ภาพถ่ายพื้นผิวฟิล์มบางไทเทเนียมไดออกไซด์ความหนา 15.72 μm จาก NECTEC (ก) ที่อัตราการขยาย 1,000 เท่า (ข) ที่อัตราการขยาย 2,500 เท่า 26

รูปที่ 3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนากับจำนวนชั้นฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO2 sol-gel จากบริษัท Solaronix) 27

รูปที่ 3.6 ผลการวัดประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ (TiO2 sol-gel จากบริษัท Solaronix) (ก) ประสิทธิภาพ (Efficiency) (ข) กระแสลัดวงจร (Jsc) (ค) แรงดันวงจรเปิด (Voc) และ (ง) ฟิลล์แฟกเตอร์ (FF) 28

รูปที่ 3.7 คุณสมบัติกระแสและแรงดันของเซลล์แสงอาทิตย์ (TiO2 sol-gel จาก Solaronix) 30

รูปที่ 3.8 ภาพถ่ายพื้นผิวฟิล์มบางไทเทเนียมไดออกไซด์ความหนา 10.25 μm จาก Solaronix (ก) ที่อัตราการขยาย 1,000 เท่า (ข) ที่อัตราการขยาย 2,500 เท่า 31

รูปที่ 3.9 คุณสมบัติกระแสและแรงดันของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ความแตกต่างความเข้มข้นของโมเลกุลสีย้อมไวแสง. 32

รูปที่ 3.10 คุณสมบัติกระแสและแรงดันของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ความต่างของอุณหภูมิในการอบ 34

รูปที่ 3.11 ภาพถ่ายพื้นผิวฟิล์มบางไทเทเนียมไดออกไซด์ความหนา 10.25 μm จาก Solaronix ที่อัตราการขยาย 5,000 เท่า (ก) อบที่อุณหภูมิ 100°C (ข) อบที่อุณหภูมิ 125°C 35