หัวข้อดุษฎีนิพนธ์ การพัฒนาฟิล์มอนุภาคนาโนซิงก์ออกไซด์และแพลทินัมโดยกระบวนการสปาร์คเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงซิงก์ออกไซด์

ผู้เขียน นายกฤษฎา โฮ่งสิทธิ์

ปริญญา ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)

คณะกรรมการที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุภาพ ชูพันธ์	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดวงมณี ว่องรัตนะไพศาล	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ดร. สุรเชษฐ์ ผดุงธิติธาดา	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ อนุภาคนาโนซิงก์ออกไซด์และแพลทินัมถูกสังเคราะห์ขึ้นด้วยวิธีสปาร์คเพื่อใช้ในเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง พื้นผิวและความหนาของฟิล์มศึกษาโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (FE-SEM) และการวิเคราะห์องค์ประกอบสารด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (XRD) พบว่าซิงก์ออกไซด์ที่ได้จากการสปาร์คแสดงให้เห็นถึงขนาดอนุภาคในระดับนาโนเมตรซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ 20 – 25 นาโนเมตร พบว่าฟิล์มซิงก์ออกไซด์ที่ได้จากวิธีการสปาร์คแสดงฟิล์มที่มีความขรุขระและมีอนุภาคที่ขนาดเล็ก ในส่วนของแพลทินัม พบว่าฟิล์มของแพลทินัมที่ได้จากการสปาร์คก็มีพื้นผิวขรุขระและมีอนุภาคขนาดเล็กและจะเปลี่ยนเป็นอนุภาคเมื่อมีอุณหภูมิในการเผาที่สูงขึ้น

สำหรับการประยุกต์ใช้ในเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ประกอบด้วยสามส่วนหลักคือ ขั้วโฟโตซิงก์ออกไซด์ อิเล็กโทรไลต์ และ ขั้วเคาน์เตอร์แพลทินัม การปรับปรุงในขั้วโฟโตซิงก์ออกไซด์โดยการใช้สองชั้นในขั้วโฟโต โดยการใช้อนุภาคนาโนซิงก์ออกไซด์ที่เตรียมโดยวิธีการสปาร์คโดยการเปลี่ยนจำนวนรอบในการสปาร์คที่ 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบเป็นชั้นแรกและสกรีนผงนาโนซิงก์ออกไซด์ทับเป็นชั้นบนเพื่อทำเป็นสองชั้นในขั้วโฟโต ค่าประสิทธิภาพในเซลล์แสงอาทิตย์แสดงค่าที่ดีที่สุดอยู่ที่ 2.20% ที่เงื่อนไขในการสปาร์ค 200 รอบในการทำเป็นสองชั้นในขั้วโฟโต เปรียบเทียบกับเซลล์อ้างอิงที่เตรียมโดยวิธีการสกรีนเป็นชั้นเดียวในขั้วโฟโตมีประสิทธิภาพอยู่ที่ 1.7% การเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพในเซลล์แสงอาทิตย์อธิบายได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ผิวของซิงก์ออกไซด์ทำให้การดูดซับของสีย้อมเพิ่มขึ้น การลดลงของค่าความต้านทานการนำประจุ ซึ่งเป็นผลให้ค่าความหนาแน่นกระแสมีค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นสามารถอธิบายในส่วนของการเพิ่มขึ้นของการกระเจิงของแสงภายในเซลล์แสงอาทิตย์ทำให้เซลล์สามาถเก็บแสงได้มากขึ้น ในส่วนของอนุภาคนาโนแพลทินัมที่เตรียมโดยวิธีการสปาร์คโดยการเปลี่ยนจำนวนรอบในการสปาร์คที่ 5, 15, 25, 35, 50 และ 100 รอบ ค่าประสิทธิภาพในเซลล์แสงอาทิตย์แสดงค่าที่ดีที่สุดอยู่ที่ 2.13% ที่เงื่อนไขในการสปาร์ค 15 รอบ การเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพในเซลล์แสงอาทิตย์อธิบายได้โดยผลของการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ผิว การลดลงของความต้านทานการนำประจุซึ่งทำให้ค่าความหนาแน่นกระแสมีค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้สามารถอธิบายในส่วนของผลของการแพร่ของกระแสโดยการเพิ่มการเร่งปฏิกิริยาระหว่างอิเล็กโตรไลต์กับขั้วแพลทินัม

ท้ายสุดการพัฒนาโดยใช้ฟิล์มสองชั้นในขั้วโฟโตและการใช้อนุภาคนาโนแพลทินัมในขั้วเคาน์เตอร์โดยการใช้วิธีการสปาร์คนำมารวมกัน ทำให้เซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้เงื่อนไขในการสปาร์ค 250 รอบในการทำเป็นสองชั้นในขั้วโฟโต ที่เงื่อนไขในการสปาร์ค 15 รอบ สำหรับแพลทินัมเคาน์เตอร์อิเล็กโทรด แสดงประสิทธิภาพสูงสุดที่ 2.53% แสดงให้เห็นถึงผลกระทบอย่างยิ่งต่อความหนาแน่นกระแส การเพิ่มขึ้นของความหนาแน่นกระแสเกิดจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ผิว การกระเจิงของแสง และการดูดซับสีย้อมดังนั้น อนุภาคนาโนซิงก์ออกไซด์และแพลทินัมที่เตรียมด้วยวิธีสปาร์คสามารถเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับประยุกต์ใช้ในเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมซิงก์ออกไซด์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Dissertation Title Development of ZnO and Platinum Nanoparticle Films by Sparking Process for Efficiency Enhancement of ZnO Dye-sensitized Solar Cells

Author Mr. Kritsada Hongsith

Degree Doctor of Philosophy (Applied Physics)

Advisory Committee		
	Asst. Prof. Dr. Supab Choopun	Advisor
	Asst. Prof. Dr. Duangmanee Wongratanaphisan	Co-advisor
	Dr. Surachet Phadungdhitidhada	Co-advisor

ABSTRACT

In this research, ZnO and Platinum nanoparticles were synthesized by sparking process, to be used as dye sensitized solar cells. The surface morphology and film thickness were characterized by field emission scanning electron microscopy (FE-SEM) and the crystal structure was investigated by X-ray diffractrometry (XRD). The obtained ZnO by sparking process exhibits a nanoparticles which having average diameter about of 20 – 25 nm. It was found that the ZnO by sparking process showing ZnO films is rather rough and small particle in size. In platinum part, it was found that the surface morphology of the sparking Platinum films showed platinum nanoparticle leading to higher roughness. The platinum films transform to platinum nanoparticles when temperature annealed increases.

For dye sensitized solar cell (DSSC) application, the structures of DSSCs consist 3 components based on ZnO photoelectrode, Electrolyte and Platinum counterelectrode. Modification of ZnO photoelectrode as the double layer of photoelectrode in dye sensitized solar cells using a ZnO nanoparticles was prepared by sparking process. The ZnO nanoparticles were prepared by vary number of sparking cycles at 100, 150, 200, 250 and 300 cycles as under layer and screened ZnO nanopowder as upper layer. The power conversion efficiency of DSSCs showed the best condition at 2.20% for sparking

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

200 cycles to double layer. Compared with the 1.70% of the reference photoelectrode prepared by screening single layer photoelectrode. The improvement of power conversion efficiency of the DSSC with the double layer ZnO photoelectrode explained by increasing of the active surface area to increasing of dye absorption, decreasing of charge transfer resistance, which also results increasing of short circuit current density. Moreover, the improvement of power conversion efficiency could be explained by effect of increasing of light scattering to increasing light harvesting in photoelectrode. The platinum counterelectrode in dye sensitized solar cells using a platinum nanoparticles prepared by sparking process. The platinum nanoparticles prepared by sparking process by varying number of sparking cycles at 5, 15, 25, 35, 50 and 100 cycles. The power conversion efficiency of DSSCs showed the best condition at 2.13% for sparking platinum 15 cycles. The improvement of power conversion efficiency of the DSSC explain by to effect of increasing of the active surface area, decreasing of charge transfer resistance which also results increasing of short circuit current density. Moreover, the improvement of power conversion efficiency could be explained by diffusion-limited photocurrent (J_D) parameter in electrolyte by increasing of catalytic activity of the platinum film for the reduction reaction of electrolyte.

Finally, the double layer photoelectrode and platinum nanoparticles counterelectrode by sparking process were development. From results by used 250 sparking cycles of ZnO double layer and 15 sparking cycles of platinum to DSSCs application showed the highest power conversion efficiency of 2.53%. So, the double-layer in photoelectrode and Platinum nanoparticles films in counterelectrode has strongly effect on the short circuit current density. The increasing of short circuit current density is caused by the increasing of the active surface area, effect of light scattering and dye adsorption. Therefore, ZnO and Platinum nanoparticles prepared by sparking process can be an alternative photoelectrode and counterelectrode for ZnO DSSCs

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved