ใจเพชรแก้วโภคา : การปลูกฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ที่เติมสารเจือด้วยกระบวนการผลิตต้นทุนต่ำสำหรับชั้นป้องกันสะท้อนแสงของเซลล์แสงอาทิตย์(DEPOSITION OF DOPED ZINC OXIDE THIN FILMS BY A LOW-COST TECHNIQUE FOR ANTI-REFLECTION COATING IN SOLAR CELLS)อาจารย์ที่ปรึกษา :ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร. ทิพย์วรรณฟังสุวรรณรักษ์, 110หน้า.

ชั้นป้องกันการสะท้อนแสงสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์มีความสำคัญในการลดความสูญเสียทางแสงที่เกิดจากการสะท้อนกลับที่ผิวของเซลล์แสงอาทิตย์การสร้างชั้นป้องกันการสะท้อนแสงมีส่วนสำคัญต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานให้แก่เซลล์แสงอาทิตย์เนื่องจากจะมีปริมาณโฟตอนมากขึ้นทั้งความยาวคลื่นสั้นและคลื่นยาวนั้น ที่สามารถหักเหและถูกดูดกลืนไปยังที่ผิวชั้นตื้นและลึกได้ตามลำดับในกรณีที่ชั้นป้องกันการสะท้อนแสงที่เคลือบบนผิวเซลล์มีโครงสร้างผิวขรุขระจะยังสามารถทำหน้าที่เป็นตัวกับดักแสง (Light-trapping) ให้กับเซลล์แสงอาทิตย์ได้เนื่องจากมีพื้นที่รับแสงมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้เซลล์แสงอาทิตย์มีกระแสลัดวงจรและแรงดันไฟฟ้าเปิดวงจรสูงขึ้น

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาและผลิตฟิล์มบางผลึกนาโนซิงค์ออกไซด์ที่เจือด้วยบิสมัทที่ผลิตด้วยเทคนิคการเคลือบผิวด้วยแรงหมุนเหวี่ยง (Spin coating) จากการเตรียมสารละลายโซล-เจล (Sol-gel)ซิงค์ออกไซด์ตั้งต้น สำหรับเป็นชั้นป้องกันการสะท้อนแสงให้กับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอนเทคนิคการผลิตดังกล่าวมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าชั้นซิลิคอนไนไตรท์ที่ผลิตในระบบพลาสม่าและสุญญากาศพิเศษ อีกทั้งเทคนิคโซลเจลยังให้โครงสร้างผิวขรุขระในระดับจุลภาคซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกับดักแสงมากขึ้น อีกทั้งค่าช่องว่างพลังงานทางแสงของฟิล์มผลึกบางนาโนซิงค์ออกไซด์ที่เจือด้วยบิสมัทมีค่าประมาณ3.33-3.35eVซึ่งสามารถผลิตพาหะให้แก่เซลล์จากแสงโฟตอนที่ตกกระทบในช่วงความยาวคลื่นสั้น ดังนั้นงานวิจัยนั้นจึงได้ศึกษาถึงการปรับปรุงโครงสร้างผลึกนาโนซิงค์ออกไซด์ที่เจือด้วยบิสมัทโดยการลดจุดบกพร่อง (Defect) ที่เกิดขึ้นจากการเติมสารเจือด้วยบิสมัทด้วยวิธีฟอร์มมิ่งก๊าซ(Forming gas)และปรับปรุงคุณภาพพื้นผิวของฟิล์มบางด้วยการเติมสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุบวกไตรเมทิลแอมโมเนียมโบไมด์(CTAB) เพื่อช่วยในการยึดเกาะโมเลกุลของซิงค์ออกไซด์ ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของผิวฟิล์มบางและสมบัติทางไฟฟ้าและทางแสงภายใต้การเติมสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุบวกในปริมาณที่เหมาะสม อีกทั้งในงานวิจัยได้นำชั้นป้องกันการสะท้อนแสงจากฟิล์มบางผลึกนาโนซิงค์ออกไซด์ที่เจือด้วยบิสมัทซึ่งมีค่าการทะลุผ่านของแสงมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์โดยใช้ในเซลล์แสงอาทิตย์ผลึกซิลิคอนโครงสร้างรอยต่อพี-เอ็น มีชั้นเอ็นเป็นชั้นรับแสงซึ่งผลิตด้วยวิธี Spin on doping (SOD) ร่วมกับเทคนิคการหมุนเหวี่ยงของสารละลายที่ลดการพึ่งพาเทคโนโลยีสุญญากาศ ส่งผลให้เซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้ มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำและให้

ค่ากระแสลัดวงจรเท่ากับ25.81mA และแรงดันไฟฟ้าเปิดวงจรเท่ากับ601.3 mV ทำให้ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์อยู่ที่ประมาณ12.23% ภายใต้การทดสอบด้วยแบบจำลอง PC1D

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2557 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

JAIPET KAEWPHOKA: DEPOSITION OF DOPED ZINC OXIDE THIN FILMS BY A LOW-COST TECHNIQUE FOR ANTI-REFLECTION COATING IN SOLAR CELLS.THESIS ADVISOR:ASST. PROF. THIPWAN FANGSUWANNARAK, Ph.D., 110 PP.

SURFACTANT/BISMUTH DOPED ZINC OXIDE THIN FILMS/SOLAR CELL

Antireflection coating(ARC) for solar cells is important in order to reduce the loss of the light caused by reflections on the surface. Preparation of the ARC is important to increase the energy conversion efficiency of the solar cell since there are manyphotons of short and long wavelength able to both reflect and absorb into the shallow and deep, respectively.In the case of the ARC layer coated on the surface with roughnesssurface induces as a light-trapping of solar cellsbecause of more exposure. As a result, the solar cell has highshort circuit current and open circuit voltage.

This research wasstudiedin the fabrication ofBismuth doped ZnO thin films based on nanocrystalline (ZnO:Bi) structureby using aspin coating technique.The precursor of the sol-gel for the ZnO:Bi layer was investigated to be an ARC layer of the silicon solar cells. The sol-gel preparationis a low-cost technique as compared Plasma-enhanced chemical vapor deposition (PECVD)in the plasma and vacuum condition.Moreover, the sol-gel technique provided a roughness surface structure which contributedthe increase of light-trapping area.The optical energy band gap of ZnO:Bi thin films was approximately 3.33-3.35eVby the estimation of Tauc plot that related with UV response. Therefore, This study aims to improve the ZnO:Binanocrystalline with reducingdefects in Bi doped ZnOby annealing process

underforming gas. Meanwhile, the surface quality of ZnO:Bithin films was obtaineddue to surfactant addition of cetyltrimethylammonium bromide (CTAB)in order to improve moleculesadhesion of zinc oxide. CTAB addition and forming gas procedures can affect to the quality of morphology, optical and electrical properties of the thin films. Moreover,ZnO:Bithin filmswith transmittanceabove 95% were used as a function of ARC layer of crystalline silicon solar cell with using n-emitter layer from non-vacuumspin on doping (SOD) technique.As a result, the solar cells with ZnO:Bi layer that are cost effective can generateshort circuit current of 25.81mA and open circuit voltage of 601.3 mV with12.23% efficiency under PC1D simulation.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Electrical Engineering

Academic Year 2014

Student's Signature_____

Advisor's Signature _____

Co-Advisor's Signature _____