บทคัดย่อ

169737

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษากระบวนการสร้างและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดทันเดมด้วยวิธีพลาสมาซีวีดีความถี่สูง (VHF-PECVD) ในเบื้องต้นได้ปรับปรุงขั้วสัญญาณไฟฟ้า เพื่อให้สามารถทำงานที่คลื่นความถี่ย่าน VHF พบว่าพลาสมาแพร่กระจายเหนือขั้วสัญญาณไฟฟ้าได้ทั่วทุกบริเวณ และฟิล์มที่เคลือบบนแผ่นฐานรองจะสม่ำเสมอยิ่งขึ้น ต่อจากนั้นเป็นการศึกษาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการปลูกฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลิคอน (a-Si:H) และฟิล์มบางไมโครคริสตัลไลน์ซิลิคอน (μc-Si:H) ได้แก่ ความดันก๊าซ อุณหภูมิแผ่นฐานรอง อัตราส่วนการไหลของก๊าซไฮโดรเจน (H_2/SiH_4) อัตราส่วนการไหลของก๊าซไซเลน ($SiH_4/(SiH_4 + H_2)$) และความหนาแน่นกำลังงานไฟฟ้าที่ส่งผลต่อคุณสมบัติพื้นฐานของฟิล์ม พบว่าฟิล์มจะมีความสม่ำเสมอที่สุด เมื่อใช้ความดันก๊าซเท่ากับ 0.8 torr สำหรับฟิล์ม a-Si:H และ 1.5 torr สำหรับฟิล์ม μc-Si:H ฟิล์มจะมีสภาพนำไฟฟ้าด้วยแสงและอัตราส่วนของสภาพนำไฟฟ้าด้วยแสงต่อสภาพนำไฟฟ้ามืดที่สูง เมื่ออุณหภูมิแผ่นฐานรองเท่ากับ 250 ^{0}C สำหรับฟิล์ม a-Si:H และ 200 ^{0}C สำหรับฟิล์ม μc-Si:H ซึ่งฟิล์ม a-Si:H ที่ใช้อัตราส่วนการไหลของก๊าซ H_2/SiH_4 และฟิล์ม μc-Si:H ที่ใช้อัตราส่วนการไหลของก๊าซ $SiH_4/(SiH_4 + H_2)$ ที่เหมาะสมจะทำให้อัตราการปลูกฟิล์มและค่าสภาพนำไฟฟ้าสูง และยังพบว่าในการปลูกการฟิล์ม เมื่อเพิ่มความหนาแน่นกำลังไฟฟ้าให้สูงขึ้น จะทำให้อัตราการปลูกฟิล์มและสภาพนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ซึ่งฟิล์ม a-Si:H จะมีความหนาแน่นกำลังไฟฟ้าเหมาะสมเท่ากับ 63 mW/cm^2 โดยความหนาแน่นแขนขาดจะมีค่าน้อย ในส่วนของฟิล์ม μc-Si:H เท่ากับ 82 mW/cm^2 ซึ่งมีค่า Volume Fraction ประมาณ 58 % เมื่อนำฟิล์มไปประยุกต์เป็นชั้นผลิตพาหะในเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดทันเดมแบบ 2 รอยต่อระหว่าง a-Si:H/μc-Si:H โครงสร้าง n-i-p/n-i-p ผลการวัดประสิทธิภาพในเบื้องต้นมีค่าเท่ากับ 8.33 % และผลการปรับปรุงประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ โดยเพิ่มกระบวนการ CO_2 plasma และเปลี่ยนเงื่อนไขการสร้างชั้น n พบว่ามีประสิทธิภาพเพิ่มสูงขึ้นเป็น 12.66 %

ABSTRACT

169737

This thesis would introduce about the study of fabrication and development of Tandem solar cells by very high frequency plasma enhanced chemical vapor deposition (VHF-PECVD). In prior, we improve electrode for operating on VHF frequency that due to raise plasma dispersion and good film uniformity. After that we study appropriate conditions for the growth of hydrogenated amorphous silicon (a-Si:H) thin film and hydrogenated microcrystalline silicon (μc-Si:H) thin film such as gas pressure in chamber, substrate temperature, hydrogen dilution ratio (H_2/SiH_4), silane concentration ratio ($SiH_4/(SiH_4 + H_2)$) and electrical power density. They also effect to film characteristics. We found that the highest uniformity is obtained from using gas pressure at 0.8 torr for a-Si:H film and 1.5 torr for μc-Si:H film. The high photoconductivity and conductivity ratio of a-Si:H and μc-Si:H film were achieved from using substrate temperature at 250 ^{0}C and 200 ^{0}C respectively. In addition, good film deposition rate and good electrical conductivity was found while we improved ratio of H_2/SiH_4 flow and ratio of $SiH_4/(SiH_4 + H_2)$ flow at suitable condition. Furthermore, increased electrical power density will increase deposition rate. The suitable power density for a-Si:H film and μc-Si:H film were 63 mW/cm^2 and 82 mW/cm^2 respectively. Low dangling bond density was found in a-Si:H film and 58 % Volume fraction was found in μc-Si:H film. When these films were applied to the active layer in the a-Si:H/μc-Si:H tandem solar cells and n-i-p/n-i-p cell structure. For fundamental efficiency measurement, the efficiency was 8.33 %. When CO_2 plasma process was added and adjusting condition of n-layer deposition, the efficiency was increased to 12.66 %.