นายวรากร ลิ้มศิริ : การสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอนโครงสร้างซีเลคทีฟอิมิตเตอร์และสนามไฟฟ้าบางบริเวณ ด้านหลังด้วยวิธี ต้นทุนต่ำ (THE FABRICATION OF CRYSTALLINE SILICON SOLAR CELLS WITH COMBINATION STRUCTURE OF SELECTIVE EMITTER AND LOCAL BACK SURFACE FIELD BASED ON LOW COST) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทิพย์วรรณ ฟังสุวรรณรักษ์, 81 หน้า

คำสำคัญ : Selective Emitter , Local Back Surface Field , Selective Emitter and Local Back Surface Field

เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอนมีรูปแบบโครงสร้างรอยต่อพีเอ็น สามาถผลิตกำลังไฟฟ้าได้โดยตรงจากการรับพลังงานแสง แต่มีข้อจำกัดด้านความสามารถแปลงพลังงานแสงที่ย่านความยาวคลื่นน้อยกว่า 1.1 ไมโครเมตร จากข้อกำหนดของแถบพลังงานช่องว่างของวัสดุผลึกซิลิคอน ขณะเดียวกันก็เกิดการสูญเสียการแปลงพลังงานแสงที่ย่านความยาวคลื่นตามองเห็นสูงถึง 40% อย่างไรก็ตามการพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ให้ตอบสนองต่อแสงย่านความยาวคลื่นสั้นหรือแสงสีน้ำเงินให้ดีขึ้น โดยการใช้วิธีการสร้างชั้นซิเลคทีฟอิมิตเตอร์ (Selective Emitter, SE) และการสร้างสนามไฟฟ้าบางบริเวณที่ด้านหลัง (Local Back Surface Field, LBSF) ด้วยการเปิดช่องลวดลายชั้นฉนวนบางด้านหลัง เพื่อให้เกิดสนามไฟฟ้าภายในสูงขึ้นและมีความต้านทานไฟฟ้าที่รอยสัมผัสต่ำส่งผลให้เกิดอัตราการรวมตัวใหม่ของพาหะต่ำ ในอุตสาหกรรมผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ใช้เทคโนโลยีแสงเลเซอร์สำหรับสร้างลวดลายช่องเปิดของชั้นฉนวนเพื่อให้ได้ผลที่แม่นยำและรวดเร็ว อย่างไรก็ตามแสงเลเซอร์อาจเกิดความเสียหายต่อเซลล์ได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์รูปแบบโครงสร้าง SE และ LBSF ด้วยวิธีต้นทุนต่ำจากการสร้างลวดลาย SE ด้วยการพิมพ์ลาย (Screen printing) และสร้างลวดลายช่องเปิดชั้นฉนวนด้วยการประทับลาย (Stamping) เพื่อสร้าง LBSF

ในการศึกษานี้เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอนรอยต่อพีเอ็นโครงสร้าง SE และ LBSF จากการกระบวนการแพร่สารเจือด้วยความร้อน โดยใช้สารเจือในรูปสารละลายโซลเจลเคลือบบนแผ่นฐานซิลิคอนชนิดพี ซึ่งเรียกว่ากระบวนการ SOD (Spin On Dopant) ให้เกิดชั้นเอ็นซิลิคอน หลังกระบวนการแพร่สารเจือด้วยความร้อนจะเกิดชั้นฉนวน PSG ที่เกิดขึ้นด้านบนเซลล์รอยต่อพีเอ็นและชั้นฉนวน BSG ที่เกิดขึ้นด้านบนเซลล์จะถูกกำจัดทิ้ง แต่สำหรับงานวิจัยนี้ใช้ชั้น PSG เป็นชั้นป้องกันการสะท้อนแสงกลับที่ผิวด้านบน (Anti-Reflection Coating: ARC) และชั้น BSG เพื่อเปิดช่องบางบริเวณก่อนทำการเคลือบชั้นโลหะอะลูมิเนียมและแพร่ซึมลงแผ่นฐานซิลิคอนชนิดพีให้เกิดเป็นบริเวณ P^{++} ผลการทดสอบมีค่าการสะท้อนแสงที่ต่ำที่สุดคือ 20.56 % จากชั้น PSG และโครงสร้าง SE ให้ค่าความต้านทานไฟฟ้าแผ่นของชั้น n-Si ที่แตกต่างกัน 2 บริเวณคือบริเวณ n^{++} Si อยู่ใต้ขั้วไฟฟ้ากริดมี ρ_{sheet} เท่ากับ 20 Ω/sheet จากการแพร่สารเจือฟอสฟอรัสเข้มข้น และบริเวณรับแสงมี ρ_{sheet} เท่ากับ 120 Ω/sheet จากการแพร่สารเจือเข้มข้นต่ำ โครงสร้าง LBSF ได้ทำการเปิดลวดลายฉนวน BSG ด้านหลังลวดลายเป็นวงกลมที่ 12% หลังจากสร้างขั้วโลหะให้กับเซลล์รูปแบบของ SE และ LBSF สามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้มากกว่าโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นมาตราฐานอยู่ระหว่าง 0.52% ถึง

0.98% เมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิตต่อวัตต์พบว่ามีค่าประมาณ 0.1631 USD/Watt ชี้ให้เห็นว่าสามารถแข่งขันได้เมื่อเทียบกับโครงสร้างมาตรฐานในอุตสาหกรรม

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนักศึกษา อรากร ลิ้มศิริ

ปีการศึกษา 2566 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....