กรรณิกา ขุนชนะ : การศึกษาฟิล์มบางนาโนซิลิคอนดอทในออกไซด์เมตริกซ์ด้วยวิธีโซล-เจล สำหรับการประยุกต์ใช้ในเซลล์แสงอาทิตย์ (STUDY OF NANO-SILICON DOTS THIN FILM IN ITS OXIDE MATRIX BY USING SOL-GEL TECHNIQUE FOR PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทิพย์วรรณ ฟังสุวรรณรักษ์, 97 หน้า.

งานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการผลิตฟิล์มบางนาโนซิลิคอนดอท (nc-Si dots) ในเฟสของซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO_2) ด้วยวิธีโซล-เจล เพื่อหาแนวทางการนำไปใช้เป็นหน้าต่างรับแสงต้นทุนต่ำให้แก่เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดใหม่จากการเคลือบฟิล์มแบบหมุนเหวี่ยงด้วยสารละลายเจลแขวนลอยตั้งต้นสำหรับ SiO_2 และผงผลึกนาโนซิลิคอน (nc-Si) เทคนิคการผลิตฟิล์มบางนี้ใช้อุณหภูมิอบความร้อนต่ำ และจากการไม่พึ่งพาระบบสุญญากาศพิเศษส่งผลให้ต้นทุนผลิตต่ำจึงเหมาะกับการผลิตเชิงพาณิชย์ ศึกษาสมบัติทางโครงสร้างจุลภาค ทางไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ทางแสงของฟิล์ม คุณภาพของฟิล์ม SiO_2 ที่ผลิตได้ศึกษาจากสมบัติทางเคมีด้วยเทคนิคฟลูเรียร์ทรานฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี พบสเปกตรัมแสดงการเกาะเกี่ยวพันธะระหว่างอะตอมของ Si-O-Si คุณภาพของผง nc-Si ทดสอบจากเทคนิคไมโครรามานสเปกโตรสโคปี พบการเลื่อนตำแหน่งของยอดแหลมสเปกตรัม รามานจาก 521 cm^{-1} เป็น 511 cm^{-1} ซึ่งบ่งบอกถึงลักษณะโครงสร้างอะตอมของนาโน และจากการทดสอบวัดด้วยเทคนิคโฟโตอิมิสชันสเปกโตรสโคปีได้พบสเปกตรัม PES ที่ระดับพลังงาน 187 eV สัมพันธ์กับการเกาะเกี่ยวพันธะระหว่างอะตอม B-Si

นอกจากนี้ได้ศึกษาการผลิตฟิล์มบาง nc-Si dots ในเฟสของฟอสฟอซิลิเกตออกไซด์ (PSG) เพื่อให้มีค่าความนำไฟฟ้าชนิดเอ็นสูงขึ้น โดยเติมส่วนผสมของกรดฟอสฟอริกในสารละลายเจลแขวนลอย ค่าความนำไฟฟ้าของฟิล์มนี้สูงขึ้นจากเดิมประมาณ 5.64 เท่า กระแสไฟฟ้าโฟโตเพิ่มขึ้นถึง 10^3 เท่า เมื่อเทียบกับกระแสไฟฟ้ามืด และได้ศึกษาผลกระทบของความหนาแน่น nc-Si โดยควบคุมปริมาณการเติมผง nc-Si เพิ่มขึ้นตั้งแต่ 0.03g 0.06g และ 0.10 g ฟิล์มที่ผลิตนี้มีความหนาเพิ่มขึ้นจาก 0.95 μm ถึง 1.36 μm ผลทดสอบวัดสเปกตรัมการทะลุผ่านแสงและการสะท้อนแสงด้วยเครื่องสเปคโตโฟโตมิเตอร์ในย่านแสงตั้งแต่อัลตราไวโอเลตถึงย่านแสงมองเห็น พบว่าฟิล์มให้ค่าสเปกตรัมการทะลุผ่านแสงลดลง กับมีค่าสเปกตรัมการสะท้อนแสงกลับที่ผิวสูงขึ้นตามความหนาแน่น nc-Si มากขึ้น เมื่อนำข้อมูลที่วัดได้คำนวณหาค่าช่องว่างพลังงานทางแสงของฟิล์มด้วยความสัมพันธ์ของการพล็อตแบบทังค์ พบว่าฟิล์มมีช่องว่างพลังงานทางแสงเพิ่มขึ้นจาก 1.1 eV และมากที่สุดเท่ากับ 1.4 eV ในเงื่อนไขความหนาแน่น nc-Si เท่ากับ 0.06g

ในการศึกษานี้ได้หาแนวทางการนำฟิล์มบาง nc-Si dots ในเฟส PSG มาใช้เป็นชั้นเอ็น แต่ฟิล์มที่ผลิตได้นั้นมีค่านำไฟฟ้าต่ำมากประมาณ 5.60×10^{-6} S/cm เนื่องจากการเกิดรอยร้าวที่ผิวฟิล์ม

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้เคลือบฟิล์มบาง nc-Si dots ในเฟส PSG บนชั้นรอยต่อพี-เอ็น ซิลิคอน โดยมีโครงสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ต้นแบบ Al-Ag/nc-Si dots/n-Si/p-Si substrate/Al และพื้นที่เซลล์เท่ากับ 1 cm^2 ผลการวัดค่าประสิทธิภาพทางแสงด้วยเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าภายใต้แสงเทียมมาตรฐาน 100 mW/cm^2 (AM1.5G) ให้ค่าประสิทธิภาพการแปลงพลังงานประมาณ 2.35% ซึ่งมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับเซลล์ที่ไม่มีชั้นฟิล์มบาง nc-Si dots เนื่องจากฟิล์มบาง nc-Si dots มีการทะลุผ่านแสงต่ำทำให้เกิดการผลิตพาหะได้น้อยลง อย่างไรก็ตาม จากผลการวิจัยนี้ถือว่าประสบความสำเร็จในการสังเคราะห์ฟิล์มบาง nc-Si dots ในเฟส PSG ภายใต้กระบวนการผลิตต้นทุนต่ำให้มีสมบัติทางแสงที่ดี และทราบถึงปัญหาค่าความนำไฟฟ้าที่ต่ำเพื่อนำไปสู่การพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางนาโนซิลิคอนดอทชนิดใหม่ได้ในอนาคต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2555 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____