บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการสังเคราะห์หมึกซิลิคอนดอทในสารละลายออร์แกนิค และหมึกซิลิคอนดอทในสารละลายซิงค์อะซิเตท สำหรับผลิตฟิล์มบางซิลิคอนดอท ความแตกต่างของสารละลายตัวกลางของหมึกและความหนาแน่นของอนุภาคผงผลึกซิลิคอนมีผลต่อสมบัติทางไฟฟ้าและแสงของฟิล์มซิลิคอนดอท กรณีของหมึกซิลิคอนเข้มข้นสูงในตัวกลางสารละลายออร์แกนิกได้เคลือบบนแผ่นฐานด้วยวิธีการพิมพ์ลาย ฟิล์มซิลิคอนดอททึบแสงที่ผลิตได้มีองค์ประกอบของเฟสอนุภาคผลึกซิลิคอนและซิลิคอนไดออกไซด์ ซึ่งให้สมบัติทึบแสง ฟิล์มที่ได้สารมารถควบคุมปริมาณสารเจือฟอสฟอรัสได้ จึงสามารถใช้เป็นแหล่งสารเจือเพื่อเกิดกระบวนการแพร่ที่ความร้อนได้ตั้งแต่อุณหภูมิสูงกว่า 500°C กรณีของหมึกซิลิคอนเข้มข้นต่ำในสารละลายซิงค์อะซิเตรทสามารถเคลือบบนแผ่นฐานเป็นฟิล์มซิลิคอนดอทในตัวกลางเมตริกซ์ ZnO:Bi ซึ่งให้สมบัติกึ่งโปร่งแสง คุณสมบัติการทะลุผ่านของแสงที่ให้ค่าสูงไม่ต่ำกว่า 70% ขึ้นอยู่กับปริมาณอนุภาคผงผลึกซิลิคอนที่มากในหมึกที่สังเคราะห์ขึ้น ฟิล์มให้คุณสมบัติตอบสนองต่อแสงโฟตอนได้ดี และให้อัตราการขยายกระแสโฟโตประมาณ 10^4 เท่าเทียบกับกระแสมืด

เซลล์แสงอาทิตย์ต้นแบบที่ประกอบด้วยฟิล์มซิลิคอนดอทในเมตริกซ์ ZnO:Bi ได้ศึกษาในงานวิจัยนี้เพื่อประยุกต์เป็นชั้นรับแสงของรอยต่อ p/n จากผลพบพฤติกรรมของโฟโตโวลเทอิคของเซลล์แสงอาทิตย์ต้นแบบ ซึ่งไม่มีชั้นพาสซิเวชันที่ให้ประสิทธิภาพดีที่สุดในกลุ่มประมาณ 7.95% ในเซลล์ที่ใช้ฟิล์มซิลิคอนดอทความหนานแน่นต่ำ โดยให้ค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรประมาณ 34.6 mA/cm^2 แรงดันเปิดวงจรประมาณ 528 mV และฟิลแฟคเตอร์ประมาณ 0.435

จากการวิเคราะห์ความคุ้มค่าและต้นทุนการผลิต ได้คาดการณ์ต้นทุนการผลิตในระดับอุตสาหกรรมของเซลล์แสงอาทิตย์ผลึกนาโนซิลิคอนดอทที่ประกอบด้วยชั้นฟิล์มบางคอมโพสิท Si dots ในเมตริกซ์ ZnO:Bi จะสามารถให้ประสิทธิภาพสูงกว่ามาตรฐานประมาณ 1.46% หรือให้ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานประมาณ 19.86% หรือคิดเป็น 4.879 watt/cell พบว่ามีต้นทุนการผลิตรวมอยู่ที่ 80.405 cent/cell หรือ 16.48 cent/watt ผลดังกล่าวสรุปได้ว่า เมื่อนำไปสู่การผลิตในอุตสาหกรรมจะมีความคุ้มค่า เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตที่ถูกลงเมื่อเทียบกับผลผลิตกำลังไฟฟ้า (watt) ที่ได้จากเซลล์ โดยให้ต้นทุนการผลิตลดลงประมาณ 1.18 cent/watt

Abstract

In this research, silicon (Si) ink in organic solution and silicon ink in zinc acetate solution were synthesized for production of various Si dots films. The various of matrix solution and Si powder concentrations has a huge amount of influence over the electrical and optical properties of Si dots film. In case of high Si dots concentration with organic solution, the Si dots films were formed by coating through a screen-printing technique. The opaque Si dots film is composed of nanocrystalline Si phase dispersed over silicon dioxide. The amounts of dopant as phosphorus in films are adjustable to exploit in thermal diffusion above 500°C. In case of low Si dots concentration with zinc acetate solution, the Si dots in ZnO:Bi matrix were performed by spin-coating technique. The high transparent Si dots films were obtained above 70% depending on an amount of Si powder in films. The Si dots in ZnO:Bi films showed good photo-responsibility as a photocatalyst film and high photo-current gain around 10^4 times comparing with dark current.

Solar cell prototype structure composed of Si dots film was investigated in this research for application in additional emitter layer on p/n junction. Photovoltiac behavior was occurred in Si dots solar cell without passivation layer. Power conversion efficiency is of 7.95% for such sample with low Si dot concentration. Electrical parameters of J_{sc}, V_{oc} and FF are of 34.6 mA/cm^2, 528 mV and 0.435, respectively.

Based on the cost and value analysis this novel cell will be able to provide approximately of 1.46% which is the higher power conversion efficiency (PCE) by 1.46% than a cell standard. The PCE predicted is about 19.86% or 4.879 watt/cell. The total production cost is 80.405 cent/cell or 16.48 cent/watt. When Si dot solar cell is produced in the industrial process, it will be worthwhile due to the lower production cost compared to the power yield (watt) obtained from the cell. It is noted that the mass production of Si dot solar cells can lead to reduce the production cost by approximately 1.18 cent/watt.