

Abstract

Silicon nanoparticles (Si-NPs) obtained by electrochemical etching of silicon wafer were incorporated into dielectric materials using Sol-Gel method. To attain a wide range of dielectric constant and band gap energy, three matrices are selected (SiO_2 , ZrO_2 and TiO_2) and the Si-NPs were incorporated in these matrices in the form of powder and thin films. Structural studies by Transmission Electron Microscopy and Raman spectroscopy confirm the presence of Si-NPs in the matrices. Photoluminescence studies show that Si-NPs preserve their luminescent properties in SiO_2 matrix and ZrO_2 matrix but not in TiO_2 matrix. The PL peak position depends not only on the dimension of Si-NPs but also depends on their concentrations. This is due to the coupling effect between the nanoparticles which increases with concentration. The effect of annealing temperature is also studied for nanoparticles incorporated in thin films.

Keywords : high-K dielectric materials, silicon nanoparticles, porous silicon, sol-gel

บทคัดย่อ

อนุภาคนาโนซิลิกอนที่ได้มาจากการกัดกร่อนทางไฟฟ้าเคมีถูกเติมลงในวัสดุ ไดอิเล็กทริกด้วยวิธีการทางโซล-เจล เพื่อที่จะได้ย่านของค่าคงตัวไดอิเล็กทริกและ band gap ค่อนข้างกว้าง แมทริกซ์สามชนิดได้ถูกเลือก (SiO_2 , ZrO_2 and TiO_2) และอนุภาคนาโนซิลิกอนถูกฝังลงในแมทริกซ์เหล่านี้ในรูปแบบของผงละเอียดและ แบบฟิล์มบาง การศึกษาโครงสร้างด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่านและ และรามานสเปกโทรสโกปียืนยันการมีอยู่ของอนุภาคนาโนซิลิกอนในแมทริกซ์ การศึกษาการเรืองแสงแสดงให้เห็นว่า อนุภาคนาโนซิลิกอนรักษาคุณสมบัติการเรืองแสงไว้ได้เมื่ออยู่ในแมทริกซ์ SiO_2 และ ZrO_2 แต่ไม่เรืองแสงใน TiO_2 ตำแหน่งของพีคการเรืองแสง ไม่ได้ขึ้นอยู่กับขนาด เพียงอย่างเดียวน แต่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของอนุภาคด้วย เนื่องจากการเกิดปรากฏการณ์ coupling ระหว่างอนุภาคที่อยู่ใกล้เคียงกัน จะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นเพิ่ม อิทธิพลของอุณหภูมิได้ถูกศึกษาด้วยเช่นกันสำหรับอนุภาคนาโนซิลิกอนที่ฝังอยู่ในฟิล์มบาง

คำหลัก : วัสดุค่าคงตัวไดอิเล็กทริกสูง, อนุภาคนาโนซิลิกอน, ซิลิกอนรูพรุน, โซล-เจล