

กรวิภา มากบุญ : การสังเคราะห์และศึกษาลักษณะเฉพาะของฟิล์มบางฮาฟเนียมออกไซด์ที่  
เจือด้วยแลนทานัมด้วยกระบวนการโซล-เจล (SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF  
LANTHANUM-DOPED HAFNIUM OXIDE THIN FILMS BY SOL-GEL PROCESS)  
อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.สุกานดา เจียรศิริสมบุรณ์, 114 หน้า.

คำสำคัญ: ฮาฟเนียมออกไซด์ / ฟิล์มบาง

ปัจจุบันวัสดุเพอร์โรอิเล็กทริก ถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น เซนเซอร์ ตัวขับเร้า และหน่วยความจำ เป็นต้น ฮาฟเนียมออกไซด์เป็นตัวเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากเป็นสารออกไซด์ที่มีโครงสร้างออกไซด์ทริภาคอย่างง่าย (โครงสร้างแบบฟลูออไรต์) แต่สามารถแสดงคุณสมบัติเพอร์โรอิเล็กทริกได้ เมื่อเจือด้วยธาตุบางชนิดได้แก่ ซิลิคอน อะลูมิเนียม เซอร์โคเนียม แลนทานัม เป็นต้น และที่สำคัญคือเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้น ศึกษาการเตรียมฟิล์มบางฮาฟเนียมออกไซด์ที่เจือด้วยแลนทานัม ตามสูตร  $x\text{La}:\text{HfO}_2$  เมื่อ  $x = 0.0$  0.2 0.4 0.5 0.6 และ 0.8 ด้วยวิธีโซลเจล เคลือบเจลลงบนผิวของวัสดุรองรับด้วยเทคนิคปั่นหมุน เคลือบ จากนั้นนำไปเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ภายใต้บรรยากาศปกติ เพื่อให้ได้ฟิล์มบาง ศึกษาลักษณะทางกายภาพ เฟสองค์ประกอบ โครงสร้างจุลภาค และผลการเจือ แลนทานัมต่อสมบัติเพอร์โรอิเล็กทริกของฟิล์มบางฮาฟเนียมออกไซด์ ในการศึกษาใช้วัสดุไทเทเนียม/ แพลตินัมเป็นชั้นอิเล็กโทรด ซึ่งเตรียมอิเล็กโทรดด้วยวิธีดีซีแมกนีตรอนสปัตเตอริง จากผลการศึกษา พบว่าฟิล์มบางฮาฟเนียมออกไซด์ที่เจือด้วยแลนทานัมที่เตรียมด้วยเทคนิคโซลเจลประสบความสำเร็จ จากการวิเคราะห์เฟสของฟิล์มบางด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ พบว่าฟิล์มบางฮาฟเนียม ออกไซด์เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจากโมโนคลินิกไปเป็นออร์โธโรมบิกเมื่อถูกเจือด้วยแลนทานัม ในปริมาณที่เพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าปริมาณสารเจือแลนทานัมไม่มีผลที่เป็นนัยสำคัญต่อโครงสร้างจุลภาค ของฟิล์มบางฮาฟเนียมออกไซด์ โดยในทุกสูตรที่ทำการศึกษาฟิล์มบางที่ได้มีลักษณะผิวเรียบ มีการ กระจายตัวของอนุภาคเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งฟิล์ม และผลของสารเจือแลนทานัมต่อสมบัติเพอร์ โรอิเล็กทริกของฟิล์มบางฮาฟเนียมออกไซด์ พบว่าปริมาณสารเจือแลนทานัมที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าโพล าริเซชันของฟิล์มบางมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งการเติมสารเจือแลนทานัมทำให้โครงสร้างเฟสของฮาฟเนียม ออกไซด์เกิดการเปลี่ยนแปลงจากโมโนคลินิกไปเป็นออร์โธโรมบิก จากการศึกษาพบว่าโครงสร้างแบบ ออร์โธโรมบิกเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ฟิล์มบางฮาฟเนียมออกไซด์แสดงสมบัติเพอร์โรอิเล็กทริกออกมาได้

สาขาวิชา วิศวกรรมวัสดุ

ปีการศึกษา 2564

ลายมือชื่อนักศึกษา กรวิภา มากบุญ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา สุกานดา เจียรศิริสมบุรณ์

KORNWIPHA MAKBUN : SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF LANTHANUM-DOPED HAFNIUM OXIDE THIN FILMS BY SOL-GEL PROCESS. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. SUKANDA JIANSIRISOMBOON, Ph.D., 114 PP.

Keywords: Hafnium oxide / Thin film

Currently, ferroelectric materials are widely used in electronic devices such as sensor actuator and memory. Hafnium oxide has become an attractive candidate because it is a simple binary oxide (fluorite structure), but exhibits ferroelectric properties when doped with some elements, such as silicon aluminum zirconium and lanthanum. Most importantly, it is environmentally friendly. Therefore, this research focuses on the preparation of lanthanum-doped hafnium oxide thin films. Prepare the lanthanum ( $x\text{La:HfO}_2$ ) doped hafnium oxide thin films with  $x$  equals 0.0, 0.2, 0.4, 0.5, 0.6, and 0.8 by sol-gel methods. The gels were coated onto silicon wafers by a reactive spin coating and annealed to produce thin films at 600 °C for 3 hours in air to form thin films. Study of physical characteristics, phase formation, microstructure and ferroelectric properties of hafnium oxide thin films. In the study, titanium/platinum was used as the electrode, prepared by DC magnetron sputtering method. The results showed that the lanthanum-doped hafnium oxide thin films prepared by the sol-gel technique were successful. XRD patterns showed that phase changes from monoclinic to orthorhombic occurred when the amount of La was increased. However, SEM results showed that lanthanum dopants had no significant effect on the microstructure of hafnium oxide thin films. Morphology results showed that dense films were found in all samples that appeared as small particles, uniformly distributed particles were observed on the film surface and the effect of lanthanum dopants on ferroelectric properties of hafnium oxide thin films from electrical testing. It was found that the increased amount of lanthanum doped resulted in an increase in the polarization value of the thin films. Lanthanum doping causes the hafnium oxide phase structure to change from monoclinic to orthorhombic. The study revealed that the orthorhombic

structure is an important factor in allowing hafnium oxide thin films to exhibit ferroelectric properties.



School of Material Engineering  
Academic 2021

Student' s Signature กรรณิศา มานะพร  
Advisor' s Signature จิม วนิ