

ชื่อโครงการ	การสังเคราะห์ฟิล์มบางดีบุกออกไซด์ที่มีโครงสร้างระดับนาโนด้วยเทคนิค Ultrasonic Spray Pyrolysis เพื่อประยุกต์ใช้เป็นขั้วไฟฟ้าสำหรับตัวเก็บประจุยิ่งยวด		
แหล่งเงิน	เงินรายได้		
ประจำปีงบประมาณ	2558	จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 200,000 บาท	
ระยะเวลาทำการวิจัย	1 ปี	ตั้งแต่ ต.ค. 2557 ถึง ก.ย. 2558	
หัวหน้าโครงการ	นางสาว ศ.ทิพวรรณ คล้ายบุญมี สังกัด ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ สจล.		
ผู้ร่วมโครงการวิจัย	นาย วรารุณี เถาต์ดดา	สังกัด ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ สจล.	
	นาย ปิติพร ถนอมงาม	สังกัด วิทยาลัยนาโนเทคโนโลยี สจล.	

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้เป็นการดำเนินงานวิจัยเพื่อทำการออกแบบและสร้างระบบการสังเคราะห์ฟิล์มบางดีบุกออกไซด์ที่มีโครงสร้างระดับนาโนด้วยเทคนิคอัลตราโซนิกสเปรย์ไพโรไลซิส ซึ่งได้ทำติดตั้งไว้ที่ห้องปฏิบัติการวิจัยฟิสิกส์พื้นผิวและเลเซอร์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ สจล. การสังเคราะห์ฟิล์มบางดีบุกออกไซด์ด้วยระบบที่ได้ทำการสร้างและพัฒนาขึ้นจึงเป็นเป้าหมายของโครงการวิจัยนี้ จากการทดสอบและปรับปรุงระบบการสังเคราะห์ฟิล์มบางที่ได้ทำการสร้างขึ้น พบว่า แหล่งกำเนิดคลื่นอัลตราโซนิกซึ่งวางอยู่ในอ่างบรรจุน้ำสามารถส่งผ่านพลังงานมายังสารละลายของสแตนิคคลอไรด์จนเป็นผลทำให้เกิดเป็นละอองหมอกของสารละลายนั้น หลังจากนั้นละอองหมอกจะเคลื่อนที่ผ่านทางท่อนำพาด้วยการอัดแก๊สไนโตรเจนที่มีระดับความดันสูงซึ่งจะผลักดันละอองหมอกไปยังฐานรองรับที่ซึ่งวางอยู่ในรีแอกเตอร์ได้ ฐานรองรับจะถูกให้ความร้อนด้วยขดลวดความร้อนและถูกควบคุมอุณหภูมิด้วยระบบควบคุมแบบพีไอดีจากการทดลองในเบื้องต้น พบว่า ถ้า อัตราการไหลของแก๊สไนโตรเจนมีค่า 0.05 ลิตรต่อนาที อุณหภูมิของฐานรองรับ 300 องศาเซลเซียส และ อุณหภูมิของการแอนนิล 500 องศาเซลเซียส ด้วยอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียสต่อนาที จะส่งผลทำให้ฟิล์มบางที่ได้มีลักษณะการเคลือบบนฐานรองรับค่อนข้างมีความสม่ำเสมอและยึดติดบนฐานรองรับได้ดี และ จากการศึกษาค่าผลของความเข้มข้นของสารละลาย 5 ค่าด้วยกันคือ 0.05, 0.10, 0.15, 0.20 and 0.30 โมลาร์ และ ใช้เวลาในการสังเคราะห์ 3 ชั่วโมง พบว่า ฟิล์มบางมีความหนาประมาณ 300 นาโนเมตร มีความโปร่งแสงในย่านตามองเห็นมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ มีค่าดัชนีหักเหทางแสง 1.85 – 2.00 มีทั้งเฟสของ SnO และ SnO₂ ปะปนอยู่ในเนื้อฟิล์ม จากการวัดสมบัติทางไฟฟ้า พบว่า เมื่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีค่า 0.3 โมลาร์ ฟิล์มบางจะมีค่าสภาพนำทางไฟฟ้าและความหนาแน่นของพาหะดีที่สุด ซึ่งมีค่าเป็น 17 ต่อโอห์มเซนติเมตร และ 9.5×10^{19} ต่อลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ผลการวัดของ XPS พบว่า สมบัติการนำไฟฟ้าเกิดขึ้นจากการปะปนของคลอไรด์ที่หลงเหลืออยู่ในเนื้อฟิล์ม ซึ่งปริมาณของคลอไรด์ที่ปะปนอยู่นี้สามารถลดลงได้ถ้าอุณหภูมิของฐานรองรับมีค่าเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: อัลตราโซนิกสเปรย์ไพโรไลซิส ดีบุกออกไซด์ เทคนิคการวัดแวนเดอร์พาว์และฮอลล์ XPS

Research Title Synthesis of Nanocrystalline SnO₂ Thin Films by Ultrasonic Spray Pyrolysis Technique for Supercapacitor Electrode Application

Researcher Miss S.Tipawan Khlayboonme
 Department of Physics, Faculty of Science, KMITL

Co- Researcher Mr. Warawoot Thowladda
 Department of Physics, Faculty of Science, KMITL
 Mr. Pitiporn Thanomngam
 College of Nanotechnology, KMITL

ABSTRACT

In this research title, an ultrasonic spray-pyrolysis apparatus has been designed and constructed at Surface Physics and Laser Laboratory, Department of Physics, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. The goal of this research is to synthesis nanocrystalline tin oxide thin films from the purposed-built apparatus. Ultrasonic energy from the generator can be transmitted via water to the precursor solution became aerosols. The aerosols of the solution were conveyed by N₂ carrier gas through the transport tube to the substrate. This substrate was placed on a heating plate in the pyrolysis chamber. The substrate temperature was controlled by a PID controller. The suitable process-parameters were fine-tuned and are as follows – N₂ flow rate of 0.05 l/min, substrate temperature of 300°C and annealing temperature of 500 °C with an increasing rate for 1°C/min. These conditional parameters encouraged the better sticky of the film formation. The effect of concentration of the SnCl₄.5H₂O solution used as precursor solution was further investigated. The concentrations were 0.05, 0.10, 0.15, 0.20 and 0.30 M. Thicknesses of all films were around 300 nm. The optical transmission spectra for all films revealed highly transmittance in the visible region with greater than 80%. Refractive index was between 1.85 and 2.0. XPS spectra for the Sn 3d_{5/2} and Sn 3d_{3/2} confirmed that the films were composed of SnO and SnO₂ phases. For the films deposited with 0.30 M, the better conductivity and carrier concentration were 17 Ω⁻¹cm⁻¹ and 9.5 × 10¹⁹ cm⁻³, respectively. The disagreement of relation between XPS and Hall measurement suggested the higher carrier concentration arose from incorporation of residual chlorine from the SnCl₄.5H₂O solution during deposition into the films.

Keywords: Ultrasonic aerosol pyrolysis, Tin Oxide, Hall Effect Measurement, XPS