ชื่อผลงานวิจัย การผลิตขั้วอิเล็กโทรโปร่งแสงต้นแบบจากวัสดุกึ่งตัวนำดีบุกออกไซด์เจือด้วยฟลูออรีน

Fabrication of Transparent Conducting Oxide Electrode with Fluorine-doped Tin Oxide

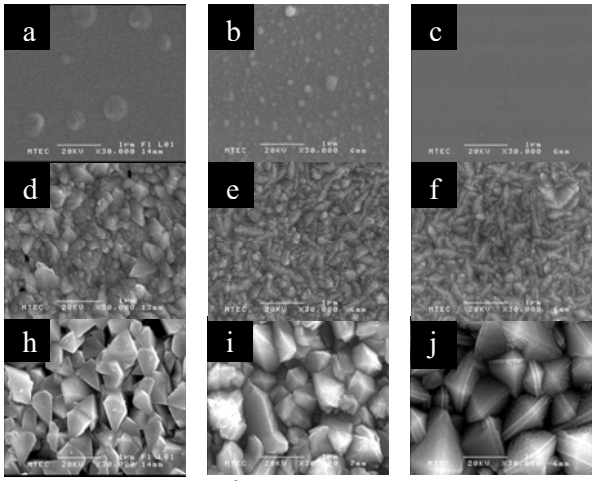
โดย นายธำรง จันทร์สว่าง[1]
ดร.ชัญชนา ธนชยานนท์[2]
หน่วยงาน [1] ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
[2] ศูนย์เทคโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
โทร 02-942-8555 ต่อ 2116

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ความต้องการในการใช้ฟิล์มนำไฟฟ้าโปร่งแสง (TCO) มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมทางด้านออปโตอิเลคทรอนิคส์ ได้มีการใช้ฟิล์มนำไฟฟ้าโปร่งแสงในการผลิตเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ จอแสดงผลต่างๆ อุปกรณ์เกี่ยวกับทางด้านพลังงาน และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่หลากหลาย ซึ่งฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำที่นิยมใช้กันมากได้แก่ ฟิล์มบางของ SnO_4, ZnO, In_2O_3, Cd_2SnO_4 และ ITO (Indium-Tin Oxide) ในการเตรียมฟิล์มบางดีบุกออกไซด์ (Tin Oxide, SnO4) ด้วยเทคนิค Sputtering, Chemical Vapor Deposition (CVD), Pulsed Laser Deposition (PLD) และ Spray Pyrolysis พบว่าวิธี Spray Pyrolysis เป็นวิธีที่เหมาะสมที่ใช้ศึกษาการเตรียมฟิล์มบางดีบุกออกไซด์ เนื่องจากการปลูกฟิล์มด้วยเทคนิค Spray Pyrolysis เป็นวิธีที่สามารถเตรียมได้ง่าย มีต้นทุนของเครื่องมือต่ำ และสามารถควบคุมตัวแปรในการทดลองเพื่อควบคุมสมบัติในการนำไฟฟ้าและความหนาของฟิล์มที่ปลูกขึ้นได้

งานวิจัยนี้ศึกษาการนำไฟฟ้าของฟิล์มบางดีบุกออกไซด์(SnO2) ที่ไม่มีการเจือ (Undoped) และเจือ (Doped) ด้วยฟลูออรีน (Fluorine,F) บนวัสดุรองรับ (Substrate) สำหรับผลิตขั้วอิเล็คโทรโปร่งแสงต้นแบบจากวัสดุกึ่งตัวนำดีบุกออกไซด์บนวัสดุรองรับ (Substrate) โดยใช้เทคนิค Spray Pyrolysis ในการปลูกฟิล์มบางดีบุกออกไซด์ จากผลการทดลอง พบว่า อุณหภูมิที่ใช้ในการปลูกฟิล์มและปริมาณการเจือฟลูออรีนมีผลต่อค่าความต้านทานไฟฟ้า ค่าความสามารถในการส่องผ่านของแสง และโครงสร้างทางจุลภาคของฟิล์ม โดยค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ได้จากเครื่อง Four-Point Probe แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มปริมาณการเจือฟลูออรีนขึ้นค่าความต้านทานไฟฟ้าของฟิล์มมีค่าลดลง และฟิล์มบางดีบุกออกไซด์เจือด้วยฟลูออรีน 0.2 M ใช้อุณหภูมิในการปลูก 500°C ให้ค่าความต้านทานทางไฟฟ้าต่ำที่สุดเท่ากับ 0.41 Ω/sqr.

จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง UV/Visible Spectrophotometer พบว่าความสามารถในการส่องผ่านของแสงมีแนวโน้มที่ต่ำลงเมื่อเพิ่มปริมาณการเจือฟลูออรีน และความสามารถในการส่องผ่านของแสงของฟิล์มที่ปลูกด้วยอุณหภูมิ400°C สูงกว่าฟิล์มที่ปลูกด้วยอุณหภูมิ500°C และ

โครงสร้างทางจุลภาคของฟิล์มโดยใช้ Scanning Electron Microscope (SEM) พบว่าฟิล์มบางดีบุกออกไซด์ที่ปลูกด้วยอุณหภูมิ 300˚C ไม่เกิดการโตของผลึกของฟิล์มขึ้น ส่วนฟิล์มบางดีบุกออกไซด์ที่ปลูกด้วยอุณหภูมิ 400˚C และ500˚C เกิดนิวคลีเอชั่นและการโตของผลึกของฟิล์มขึ้น



ภาพที่ 1 โครงสร้างจุลภาคของฟิล์ม ที่แปรผันความเข้มข้นของ F:Sn คือ 0:1, 0.5:1 และ 1:1 ตามลำดับ โดย (a)-(c) ใช้อุณหภูมิ300°C, (d)-(f) ใช้อุณหภูมิ 400°C, (g)-(i) ใช้อุณหภูมิ 500°C