ขั้วไฟฟ้าโปร่งใสอินเดียมทินออกไซด์สำหรับจอแสดงผลไดโอดเปล่งแสงสารอินทรีย์บนพลาสติก

Indium Tin Oxide Transparent Electrode for OLED display on Plastic

อรรณพ คล้ำชื่น
นิศาพร พรธีรภัทร
กาจปัญญา สุวรรณสุโข
รศ.ดร.จิติ หนูแก้ว

Quantum and Optical Semiconductor Research Laboratory
QosLab.
Department of Applied Physics, Faculty of Science, KMITL

ห้องปฏิบัติการวิจัยควอนตัมและสารกึ่งตัวนำทางแสง หน่วยวิจัยนาโนอิเล็กทรอนิกส์
ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หัวข้อในการนำเสนอ

บทนำ

โครงสร้างและสมบัติของอินเดียมทินออกไซด์

วิธีการทดลอง

ผลการทดลอง

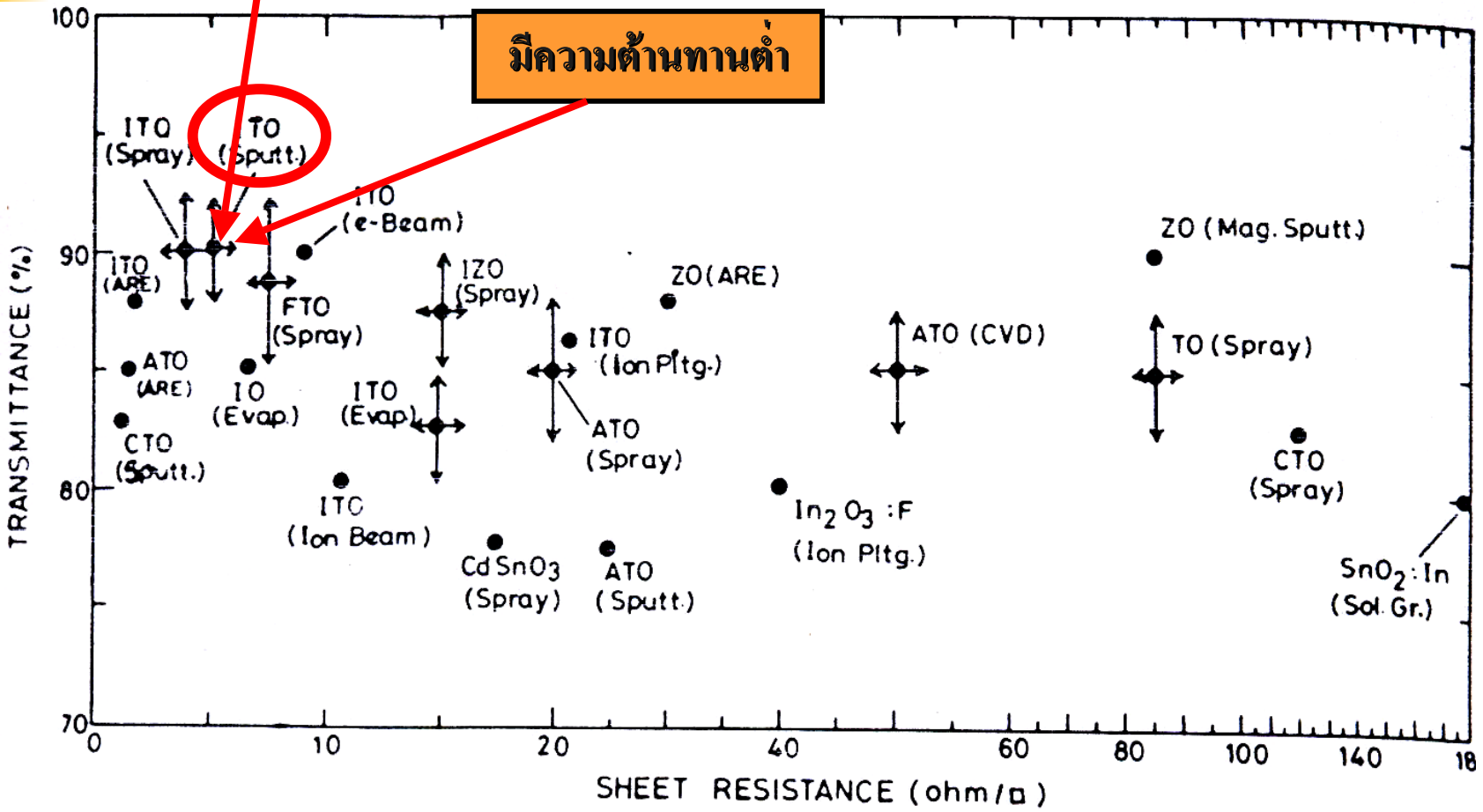
สรุปผลการทดลอง

บทนำ

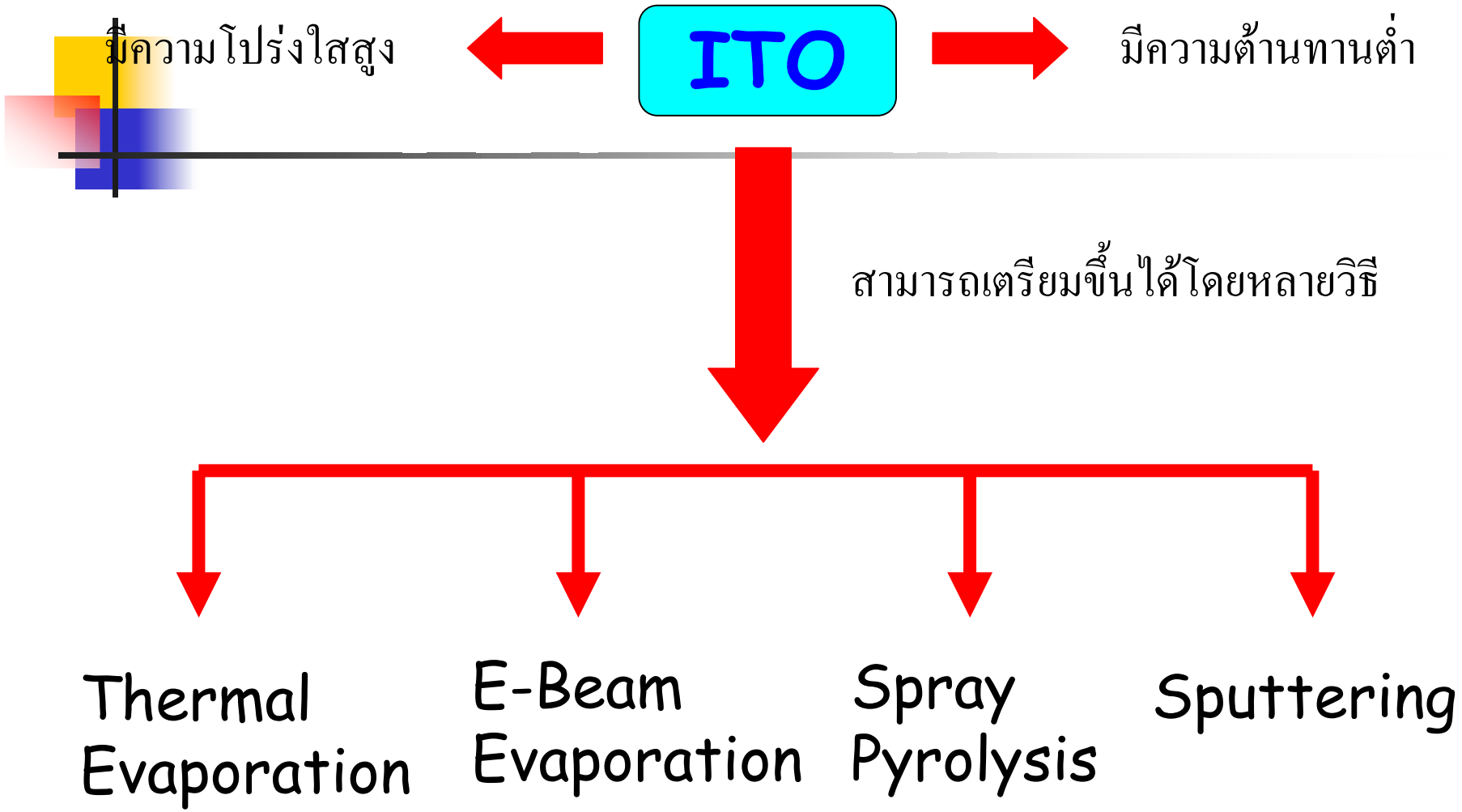
OLED

มีค่าการทะลุผ่านของแสงสูง

มีความต้านทานต่ำ

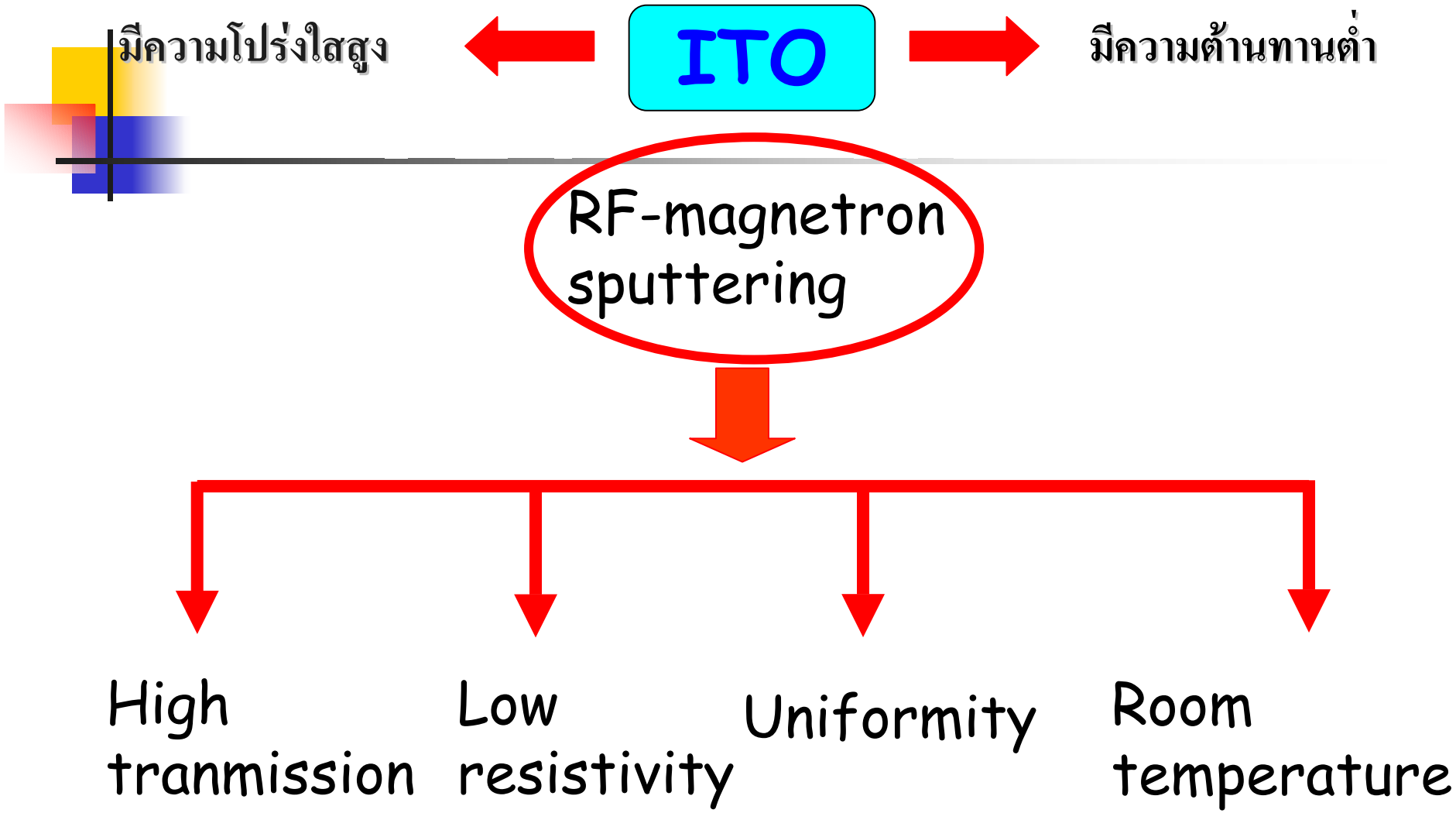


K.L. CHOPRA, S. MAJOR AND D.K. PANDYA, “TRANSPARENT CONDUCTORS-A STATUS REVIEW” Thin Solid Films,102 (1983) 1 - 46

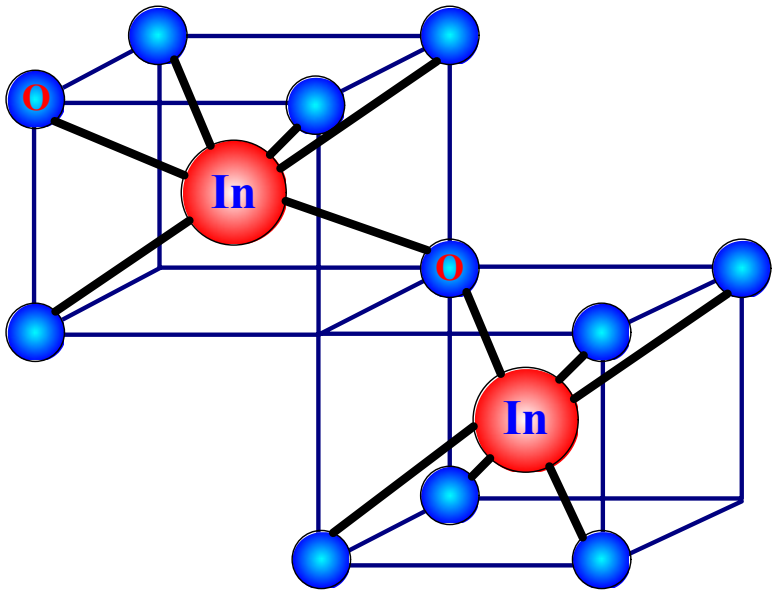

มีความโปร่งใสสูง
ITO
มีความต้านทานต่ำ
สามารถเตรียมขึ้นได้โดยหลายวิธี
Thermal Evaporation
E-Beam Evaporation
Spray Pyrolysis
Sputtering

Deposition Technique	Resistivity ρ[Wcm]	Transmittance Tr [%]	Ref. No.
r.f. Sputtering	3×10^{-4}	90	[2]
r.f. Sputtering	4×10^{-4}	95	[3]
r.f. Sputtering	8×10^{-4}	-	[4]
Magnetron Sputtering	4×10^{-4}	85	[5]
d.c. Sputtering	2×10^{-4}	85	[6]
Reactive Evaporation	4×10^{-4}	91	[7]
Ion Beam Sputtering	12×10^{-4}	-	[8]
Spray Pyrolysis	3×10^{-4}	85	[9]

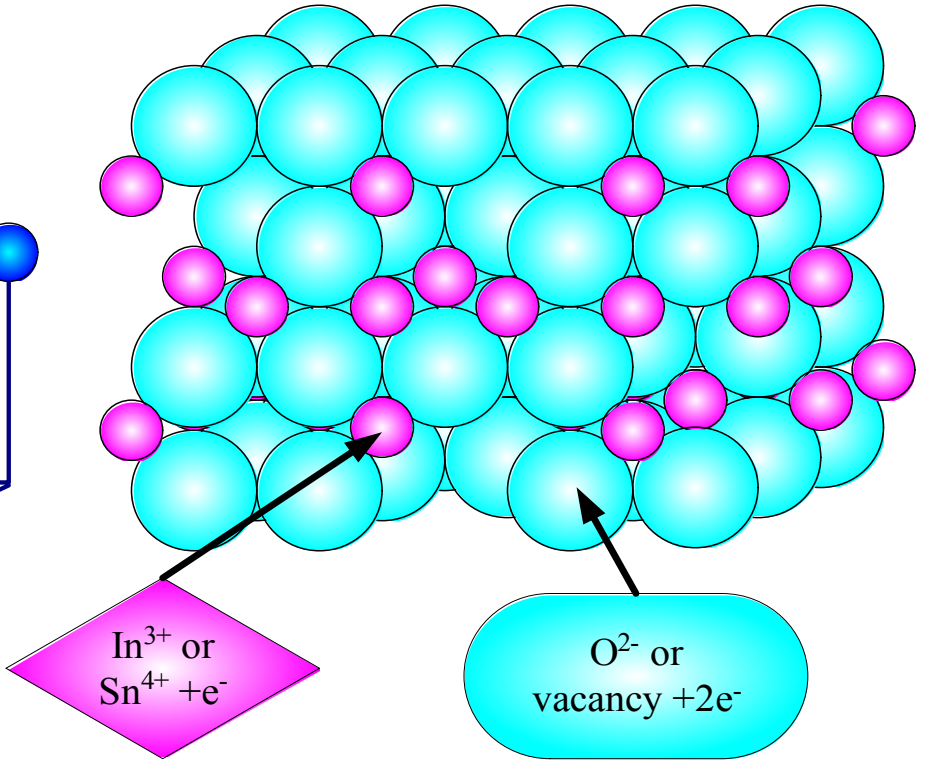
Shabbir A. Bashar, "Study of Indium Tin Oxide (ITO) for Novel Optoelectronic Devices"Ph.D. thesis ,University of London , 1998


มีความโปร่งใสสูง
ITO
มีความต้านทานต่ำ
RF-magnetron sputtering
High tranmission
Low resistivity
Uniformity
Room temperature

โครงสร้างและสมบัติของอินเดียมทินออกไซด์



The cubic bixbyite structure of ITO.



Indium tin oxide; Sn doped In_2O_3

สมบัติของอินเดียมทินออกไซด์

n-type semiconductor

มี band gap อยู่ระหว่าง 3.5 – 4.3 eV

มีจุดหลอมเหลวประมาณ $1900^{o}C$

มีความหนาแน่น 7.14 g/cm^{3}

วิธีการทดลอง

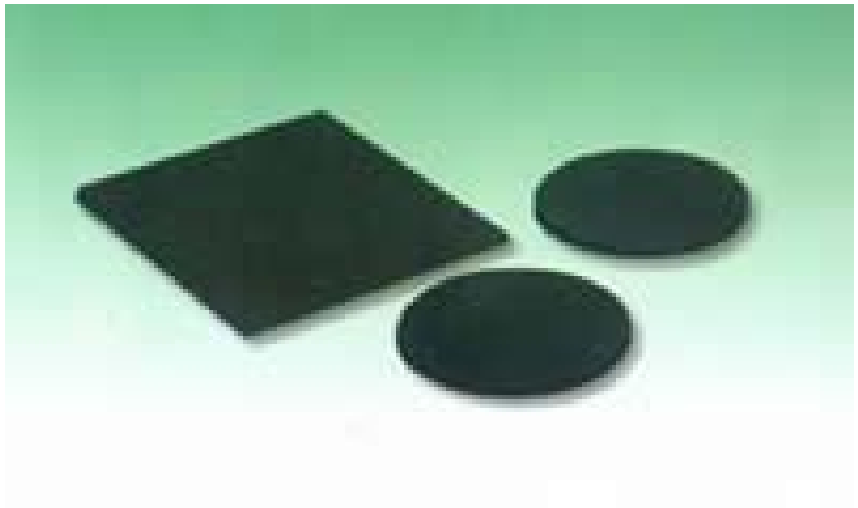
Base pressure < 10^{-6} mbar

ปริมาณกาซอาร์กอนบริสุทธิ์ 10 sccm

กำลัง RF 30 วัตต์

ความหนาของฟิล์มบาง ITO 200 nm

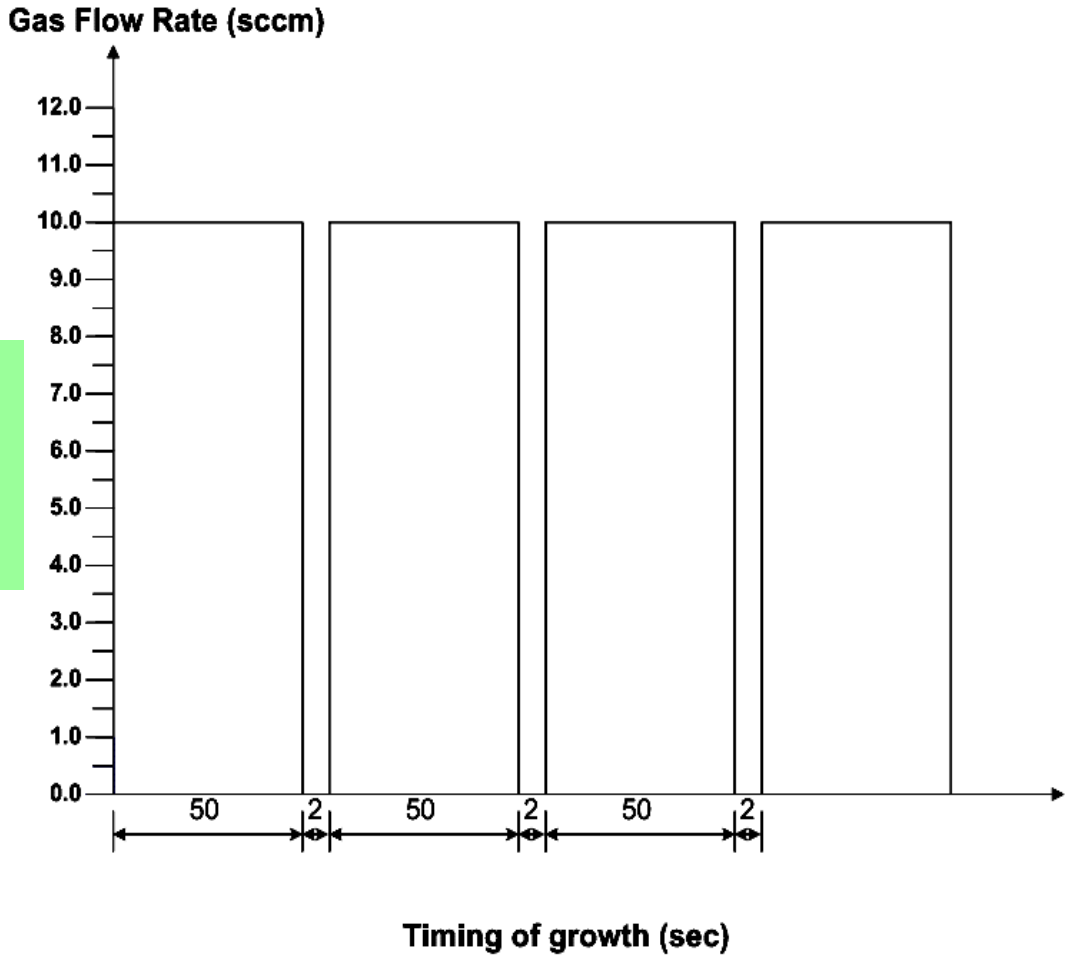
RF Magnetron Sputtering รุ่น Auto 500 ซึ่งผลิตโดยบริษัท Edwards (England)



ITO 99.99% อัตราส่วน In_2O_3 90wt%: SnO_2 10wt%

การควบคุมเวลาก๊าซไวปฏิกิริยา

รูปแสดงลักษณะการควบคุมเวลาก๊าซของก๊าซอาร์กอนในการป้อนเข้าสู่ระบบเพื่อทำสปัตเตอร์เป้าสารเคลือบ

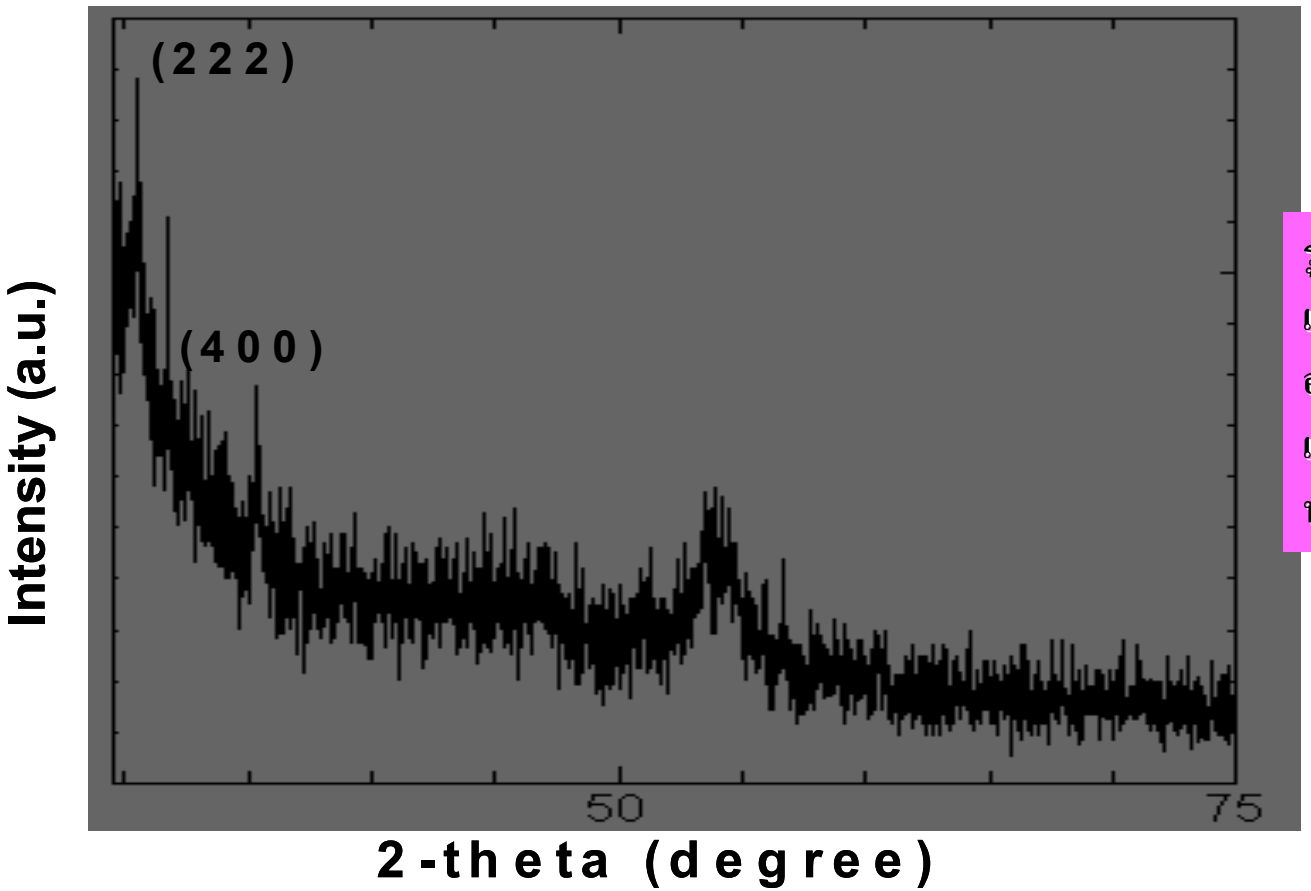


รูปสิ่งประดิษฐ์ขั้วไฟฟ้าโปร่งใสชนิดโค้งงอได้จากฟิล์มบางอินเดียมทินออกไซด์

เครื่องมือวิเคราะห์สมบัติของฟิล์มบาง

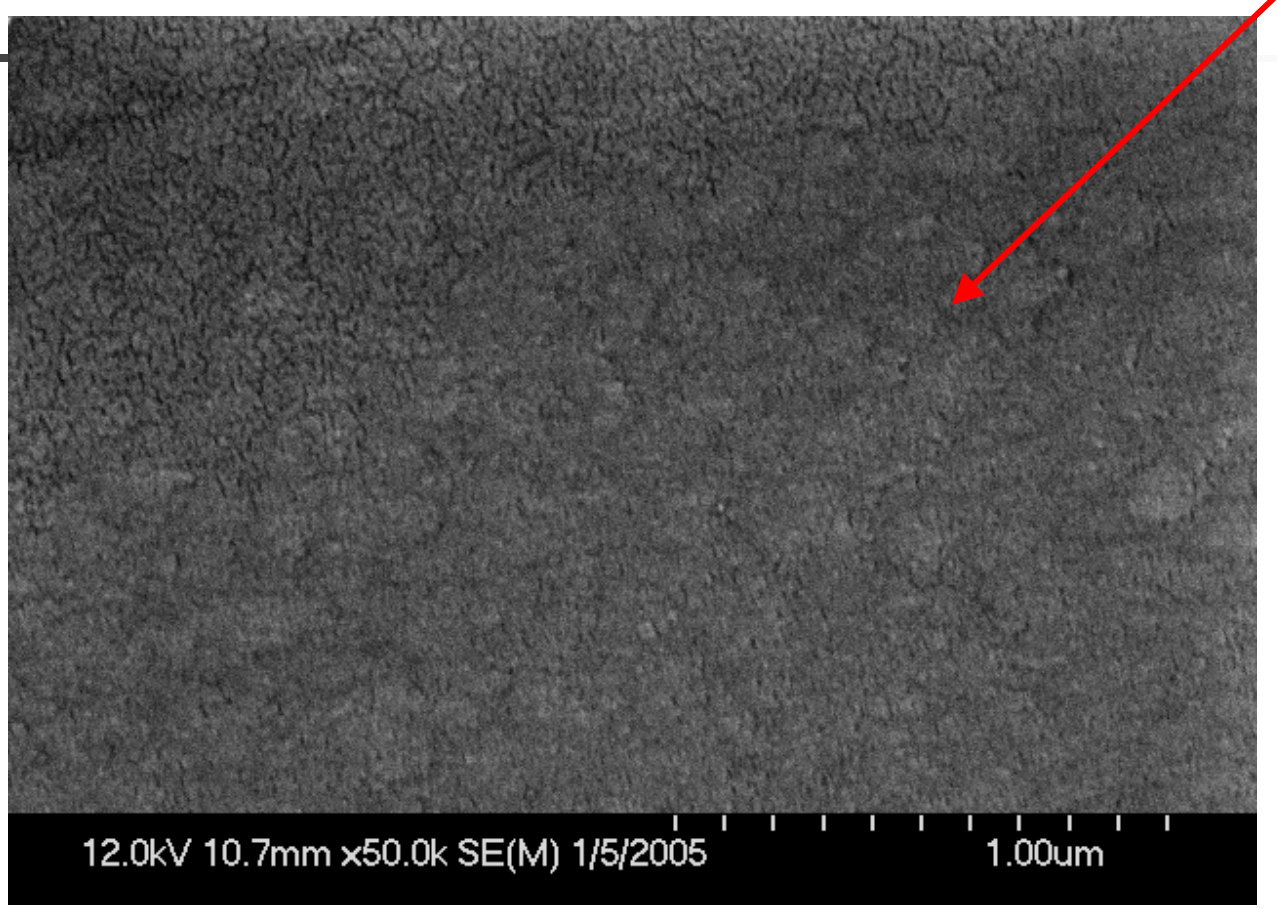
1. ระบบวัดการเลี้ยวเบนด้วยรังสีเอ็กซ์ (XRD)
2. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบเลื่อนกราด (FESEM)
3. ระบบวัดสเปกตรัมการทะลุผ่านของแสง
4. Four point probe

ผลการทดลอง

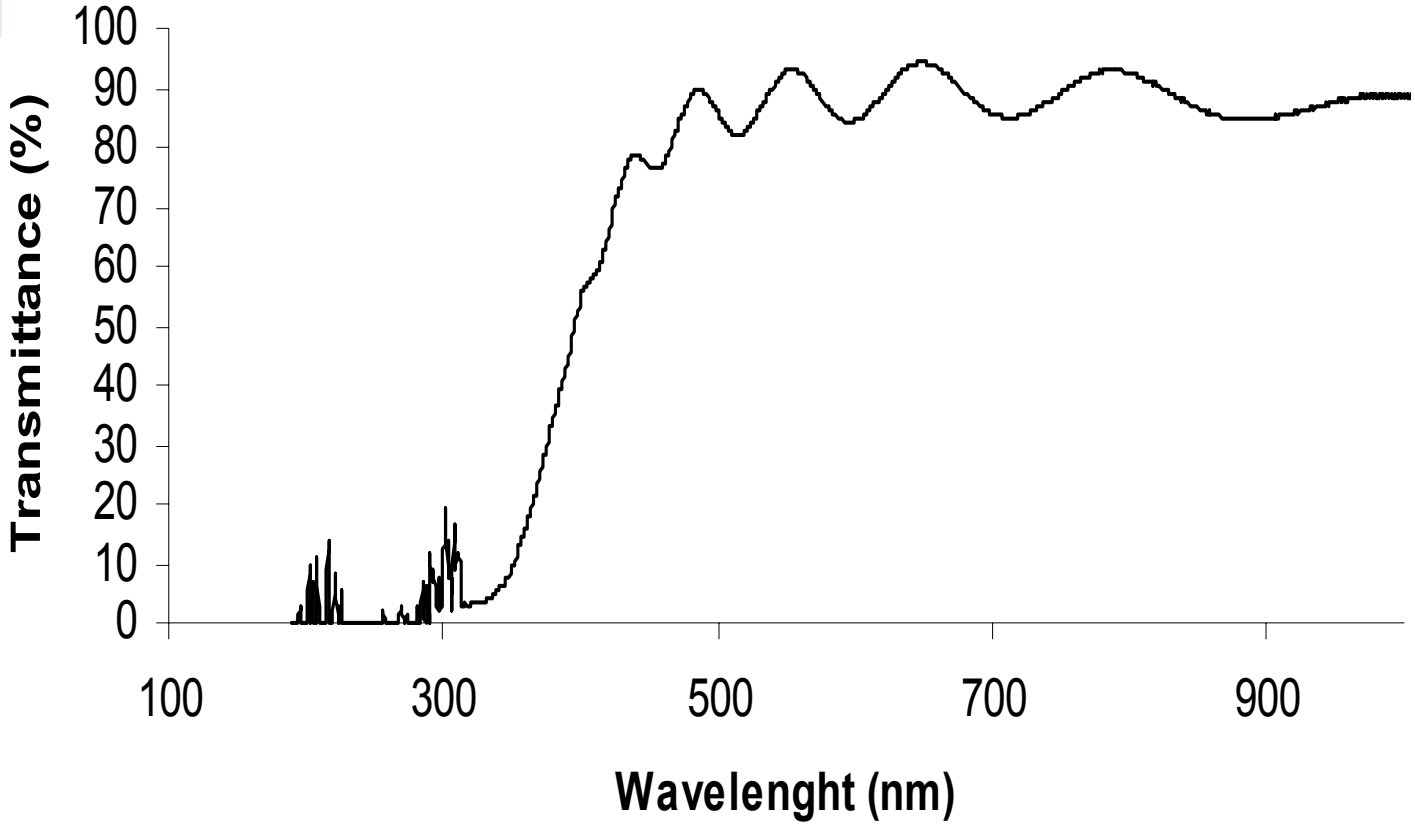


รูปแสดงรูปการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์จากฟิล์มบางอินเดียมทินออกไซด์ที่ปลูกด้วยวิธีการควบคุมเวลากาซไวปฏิกิริยา ความหนา 200 นาโนเมตร ฐานรองรับพลาสติก

ขนาดของเม็ดผลึก<100 nm



รูป แสดงภาพถ่ายพื้นผิว FESEM ขยาย 50,000 เท่าของฟิล์มบางอินเดียมทินออกไซด์ที่ปลูกแบบควบคุมกาซไวปฏิกิริยา ความหนา 200 นาโนเมตร บนฐานรองรับพลาสติก



รูปแสดงผลการตรวจวัดค่าส่องผ่านของแสงด้วย UV-VIS Spectroscopy ของฟิล์มบางอินเดียมทินออกไซด์ที่ปลูกด้วยวิธีการควบคุมเวลาก๊าซไวปฏิกิริยา ความหนา 200 นาโนเมตร ฐานรองรับพลาสติก

• มีความต้านทานเชิงแผ่นประมาณ 10 โอห์มต่อตารางเซนติเมตร

รูปแสดงค่าความต้านทานของฟิล์มที่ได้จากการปลูกด้วยวิธีการควบคุมเวลาก๊าซไวปฏิกิริยา ความหนา 200 นาโนเมตร บนฐานรองรับพลาสติก

สรุปผลการทดลอง

ฟิล์มบางอินเดียมทินออกไซด์บนพลาสติกมีความเป็นผลึกในระนาบ 222 และ 400 ซึ่งแสดงถึงลักษณะโครงสร้างพหุผลึกแบบลูกบาศก์ (Cubic Polycrystalline Structure)

มีค่าการส่องผ่านแสงย่านตามองเห็น (Visible Transmittance) ประมาณ 90%

มีค่าความต้านทานเชิงแผ่น (Sheet resistance) ประมาณ10 โอห์มต่อตารางเซนติเมตร

จากสมบัติดังกล่าวของฟิล์มบางอินเดียมทินออกไซด์ที่ปลูกด้วยระบบปลูกอาร์เอฟแมกนีตรอนสปัตเตอริงด้วยเทคนิคการควบคุมเวลากาซไวปฏิกิริยา จึงเหมาะสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้เป็นขั้วไฟฟ้าโปร่งใสสำหรับจอแสดงผลไดโอดเปล่งแสงสารอินทรีย์บนพลาสติก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สำหรับการสนับสนุนอุปกรณ์

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ(NECTEC) สำหรับการสนับสนุนทุนวิจัย

ศูนย์เทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์แห่งชาติ (TMEC) สำหรับการสนับสนุนเครื่องมือในการวิเคราะห์ฟิล์มบาง(FESEM, Four point probe)