บทที่ 3

การเตรียม material มาประดิษฐ์ EL

บทนำ

ดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 ว่าดิสเพลย์ EL มีโครงสร้างพื้นฐาน คือ glass / ITO / Y_2O_3 / ZnS / Y_2O_3 / Al ชั้นฟิล์มต่าง ๆ ที่ประกอบเป็น EL แต่ละชั้นมีบทบาทและหน้าที่แตกต่างกัน จึงต้องมีการศึกษาคุณสมบัติชั้นต่าง ๆ อาทิเช่น ชั้น ITO ทำหน้าที่เป็นขั้วต่อไฟฟ้าโปร่งแสง ชั้นฉนวน จะทำให้เกิดมีเสถียรภาพ ป้องกันความชื้น และมีอายุการใช้งานนาน ส่วนชั้นเปล่งแสง สามารถเลือกสีการเปล่งแสงได้ เป็นต้น ฟิล์มชั้นต่าง ๆ ที่ประกอบเป็น EL นั้นมีความบางไม่ถึง 1 ไมครอน ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการเตรียมวัสดุเริ่มต้น และนำมาเคลือบเป็นฟิล์มบางด้วยวิธีการเคลือบในสุญญากาศ (Electron Beam Evaporator) ฟิล์มที่ปลูกได้จะถูกนำไปศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานต่าง ๆ เช่น คุณสมบัติทางแสง คุณสมบัติทางไฟฟ้า และคุณสมบัติทางโครงสร้าง

การประดิษฐ์ฟิล์มชั้นต่าง ๆ

วัสดุดิบเริ่มต้น (raw material) ที่ใช้ปลูกฟิล์มชั้น ITO ชั้นฉนวน และชั้นเปล่งแสงมีมากมายหลายชนิด ดังตัวอย่างแสดงในตารางที่ 3.1 ในหัวข้อนี้จะอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับการเตรียมและผลการศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานของฟิล์มชั้นต่าง ๆดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างวัสดุที่ใช้ใน EL

Material	Color of Luminescence	Fabriation Method
Luminescence Layer		
ZnS : SmF_3	Red	EB
Mn, NdF_3	Orange	EB
F_3	Yellow rare-	EB
TbF_3, HoF_3, ErF_3	Green earth	EB
TmF_3	Blue	EB
PrF_3	White	EB
: Ag	BLUE	EB
: Cu + Al	Green	EB
: Cu	Yellow	EB
(ZnCd)S : Cu+AL	YELOW	EB
[ZnS:Ag]+[(ZnCd)S:CU+Al]	White	EB
Y_2O_2S:Eu+ZnS:Au+Al	Green	EB
Y_2O_2S:Eu	RED	EB
Insulating Layer		
SiO_2		EB
Y_2O_3		EB
$PbTiO_3$		Sputtering
amorphous-SiN		Glow discharge
amorphous-SiO		Glow discharge

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ชั้นเปล่งแสง

ได้มีการสังเกตการเปล่งแสงแบบ Photoluminescence (PL) (10) จากผงของ ZnS เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางแสง ขั้นตอนต่อไป คือ การเตรียมเม็ด Pellet ZnS มีการประดิษฐ์ฟิล์มบาง ZnS ด้วยวิธี Electron Beam Evaporator และได้ศึกษาคุณสมบัติทางโครงสร้างของฟิล์มบาง ZnS

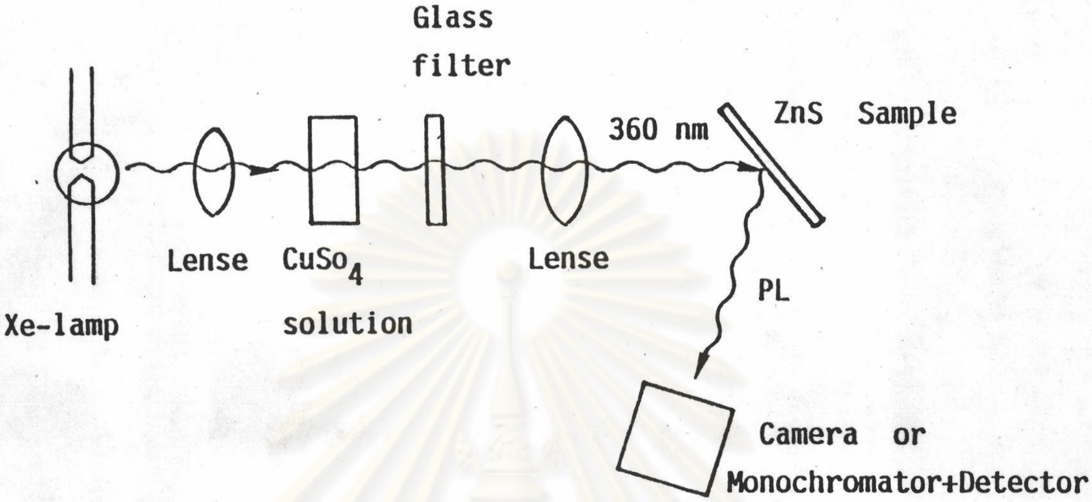
1.1 การสังเกตการเปล่งแสงแบบ Photoluminescence (PL) จาก ZnS

Photoluminescence (PL) คือ ปรากฏการณ์การเปล่งแสงของวัสดุ เมื่อวัสดุถูกกระตุ้นหรือส่องด้วยแสง การสังเกต PL จะช่วยให้ทราบว่าวัสดุจะมีคุณสมบัติการเปล่งแสงอย่างไร ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่สำคัญมากก่อนนำไปประดิษฐ์เป็น EL

การสังเกต PL จะกระทำที่อุณหภูมิห้องและแสงที่ใช้ในการกระตุ้นคือ แสงอุลตร้าไวโอเลท (ความยาวคลื่น 360 nm.) ซึ่งได้มาจากหลอดไฟ Xe (Xenon lamp) โดยการใช้สารละลายของ $CuSo_4$ ในน้ำเป็นตัว filter เพื่อตัดแสงอินฟาเรด และใช้ band pass glass filter เป็นตัวผ่านแสงความยาวคลื่น 360 nm. รูปที่ 3.1 แสดงแผนผังวิธีการสังเกต PL ที่ใช้ในการทดลอง รูปที่ 3.2 แสดงภาพถ่ายระบบการวัด PL ซึ่งมี filter สีต่างๆ เพื่อใช้เลือกความยาวคลื่น 360 nm. รูปที่ 3.3 แสดงภาพถ่ายการเปล่งแสงจาก ZnS ฯลฯ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ZnS สามารถเปล่งแสงสีต่าง ๆ ได้เช่น สีแดง เหลือง เขียว น้ำเงิน เป็นต้น

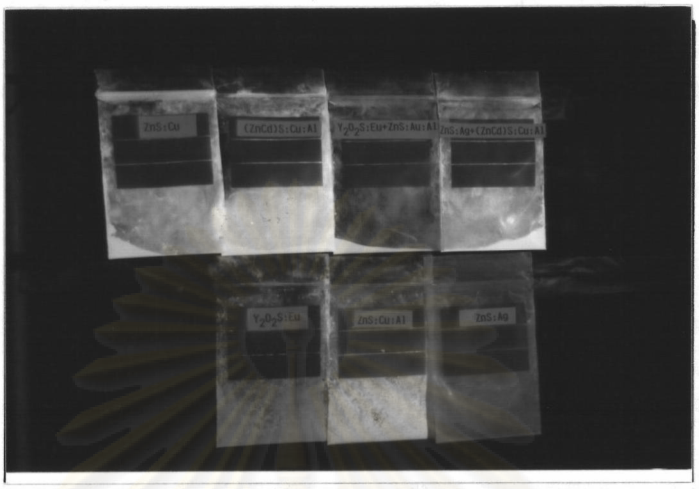
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018490



รูปที่ 3.1 แผนผังวิธีการสังเกต Photoluminescence

รูปที่ 3.2 ภาพถ่ายระบบการวัด Photoluminescence



รูปที่ 3.3 ภาพถ่ายการเปล่งแสงของ ZnS

1.2 การเตรียมเม็ด Pellet ZnS

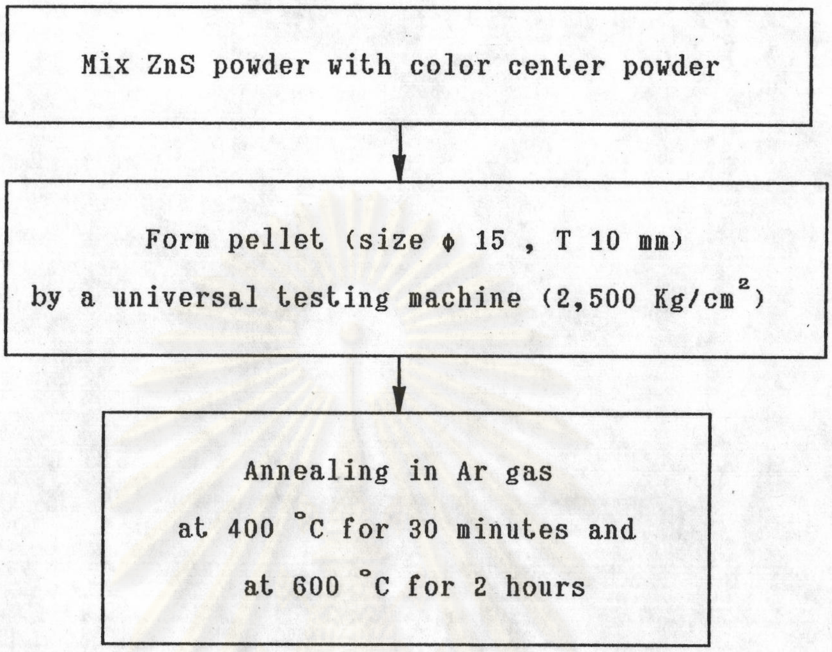
เริ่มแรกวัสดุ ZnS ที่ใช้นี้บริษัทผู้ผลิตจะขายเป็นผงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 50 ไมครอน (300 mesh) ซึ่งความบริสุทธิ์ของผง ZnS นี้อยู่ในเกรด 5 N ส่วนผงของสารเจือปนที่ใช้เป็น luminescence center หรือ color center นั้น ความบริสุทธิ์ของผง color center อยู่ในเกรด 3-4 N ในการนำไปใช้งานจะต้องผสมสารเจือปนที่เป็น color center กับผงของ ZnS ด้วยปริมาณที่เหมาะสมในงานวิจัยนี้ เม็ด pellet ที่ผสมจะคิดเป็นอัตราส่วนผสมระหว่าง ZnS กับ color center โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จากปริมาณของน้ำหนัก เช่น สมมุติว่าเม็ด Pellet หนึ่งเม็ดหนัก 3 กรัม ในการผสมเราให้ W เป็นน้ำหนักของ ZnS มีหน่วยเป็นกรัมและ w เป็นน้ำหนักของ color center ที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์จากปริมาณของน้ำหนัก ตัวอย่างเช่น

$$W + w = 3 \quad g$$

$$\frac{w * 100}{W + w} = d$$

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการผสมอัตราส่วน d มีค่าต่าง ๆ ดังนี้ คือ 0.05, 0.1, 0.5, 0.6, 1.0 และ 1.5 wt% เป็นต้น เมื่อชั่งน้ำหนักแล้วนำมาผสมคลุกให้เข้ากันแล้วจึงนำมาบดด้วยครกเซรามิก หลังจากนั้นจึงนำผงที่ผสมกันเรียบร้อยแล้ว นำไปอัดเม็ด Pellet โดยการนำผงของสารที่ผสมกันแล้วเทใส่พิมพ์ที่เป็นเบ้าทำจากทองเหลืองแล้วอัดด้วยแรงดันสูง เพื่อให้จับตัวกันเป็นเม็ด pellet มีลักษณะคล้ายเม็ดยาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 มม. หนา 10 มม. แรงดันที่ใช้อัดมีค่าประมาณ 2,500 kg/cm^2 ด้วยเครื่องมือ universal testing machine ยี่ห้อ shimadzu รุ่น DSS 10T อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตเม็ด pellet ZnS และ Y_2O_3 ดังแสดงในรูปที่ 3.4

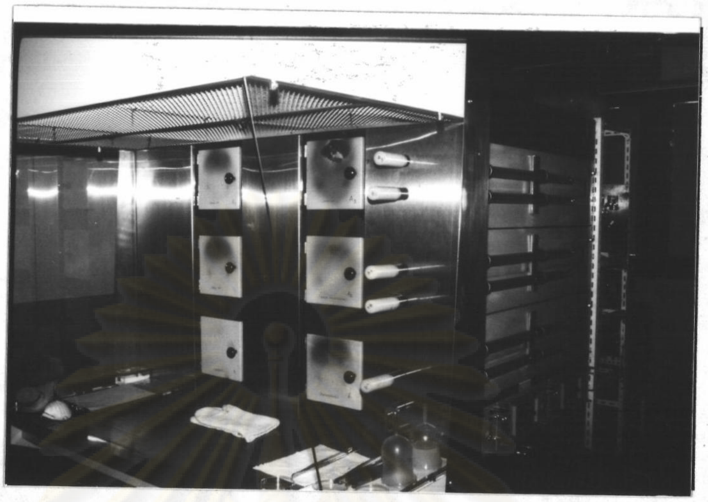
รูปที่ 3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตเม็ด Pellet ZnS



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการผลิตเม็ด pellet ZnS

รูปที่ 3.5 แสดงขั้นตอนการผลิตเม็ด pellet Zns เมื่อได้เม็ด pellet ZnS แล้วจะต้องนำเม็ด pellet ZnS ไปอบ (annealing) ภายในบรรยากาศของก๊าซ Ar ที่อุณหภูมิ 400 °C เป็นเวลา 30 นาที และที่อุณหภูมิ 600 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ส่วนรูปที่ 3.6 แสดงระบบเตา furnace ที่ใช้ในการอบ (annealing) เม็ด pellet ZnS และ Y_2O_3

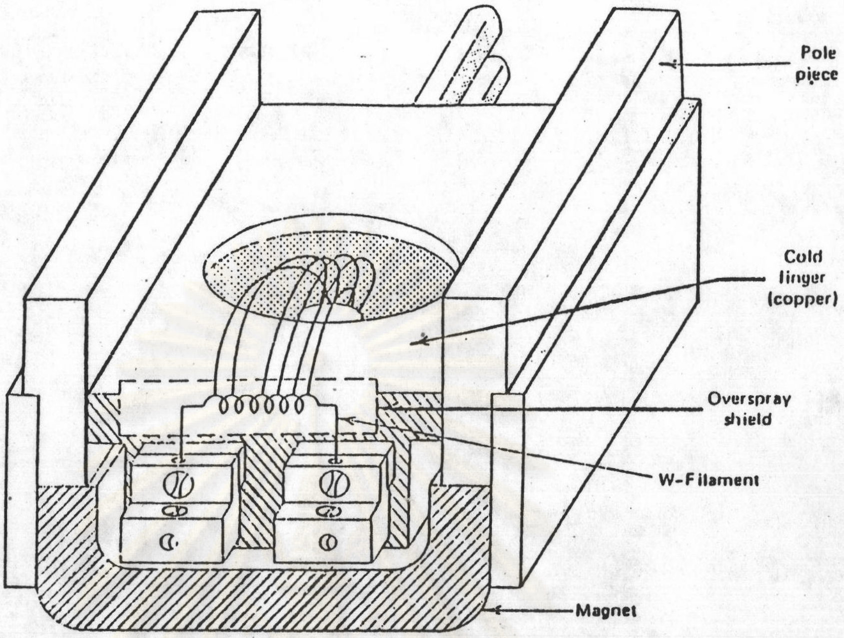
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.6 ระบบเตา furnace ที่ใช้ในการอบ (annealing) เม็ด pellet ZnS และ Y_2O_3

1.3 <u>การปลูกฟิล์มด้วยระบบ Electron Beam Evaporator (EB)</u> (11)

การใช้ e-beam เพื่อทำให้อะลูมิเนียมกลายเป็นไอในกระบวนการ metalization ของวงจรไอซีเป็นที่นิยมกัน เมื่อพบว่าเป็นวิธีที่จะ deposit ชั้นของอะลูมิเนียมที่ปลอดโซเดียม ระบบตัวอย่างของ e-beam evaporator แสดงในรูปที่ 3.7 ลำของอิเล็กตรอนมีพลังงานประมาณ 10 keV และมีกระแสหลาย ๆ แอมแปร์ ซึ่งถูกทำขึ้นด้วยวิธีการเดียวกับที่ใช้ในหลอดภาพทีวีจะถูกโฟกัสไปยังสารที่บรรจุอยู่ใน crucible เพื่อทำให้สารกลายเป็นไอ เนื่องจาก crucible ทำด้วยทองแดงและถูกทำให้เย็นด้วยน้ำจะมีเฉพาะสารที่เป็น evaporant เท่านั้นที่ร้อนกลายเป็นไอ ซึ่งเปรียบเสมือนว่า evaporant ถูก deposit จาก crucible ที่ทำด้วย evaporant บริสุทธิ์ ดังนั้นถ้าเติม evaporant บริสุทธิ์ และ evaporator สะอาด ชั้นสารที่ถูก deposit โดย e-beam evaporator จะมีความบริสุทธิ์สูง และมีความเร็วในการ deposit สูง แต่เนื่องจากใช้อิเล็กตรอนที่มีความเข้มสูง วิธีนี้มักจะทำให้เกิด radiation damage บน substrate ที่ต้องการเคลือบชั้นโลหะ แต่แก้ไขโดยวิธีการซินเทอร์ และไม่สามารถ deposit พวกวัสดุ composite ยกเว้นจะใช้ crucible หลายตัว

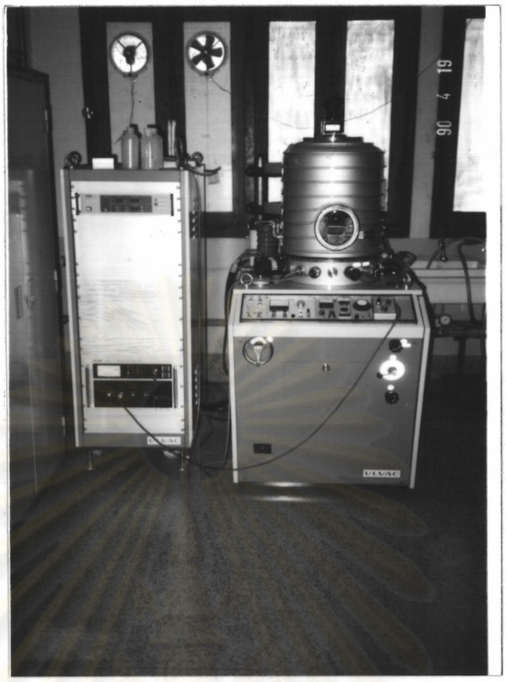


รูปที่ 3.7 การทำงานของระบบ e-beam evaporation

นอกจากอะลูมิเนียมและโลหะอัลลอยด์แล้วธาตุอื่น ๆ เช่น ZnS, Si, Pd, Au, Ti, Mo, Pt และ W เป็นต้น และจำพวกสารไดอิเล็กตริก เช่น Al_2O_3, Y_2O_3 และ SiO_2 ฯลฯ ก็จะสามารถที่จะทำการ deposit ด้วยกระบวนการของ e-beam ได้ ส่วนระบบ e-beam ที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นรุ่น EBV-6DH ดังแสดงในรูปที่ 3.8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.8 ระบบ EBV-6DH ที่ใช้ในงานวิจัย

ตารางที่ 3.2 สรุปเงื่อนไขการปลูกฟิล์มบาง ZnS ด้วยวิธี electron beam evaporator

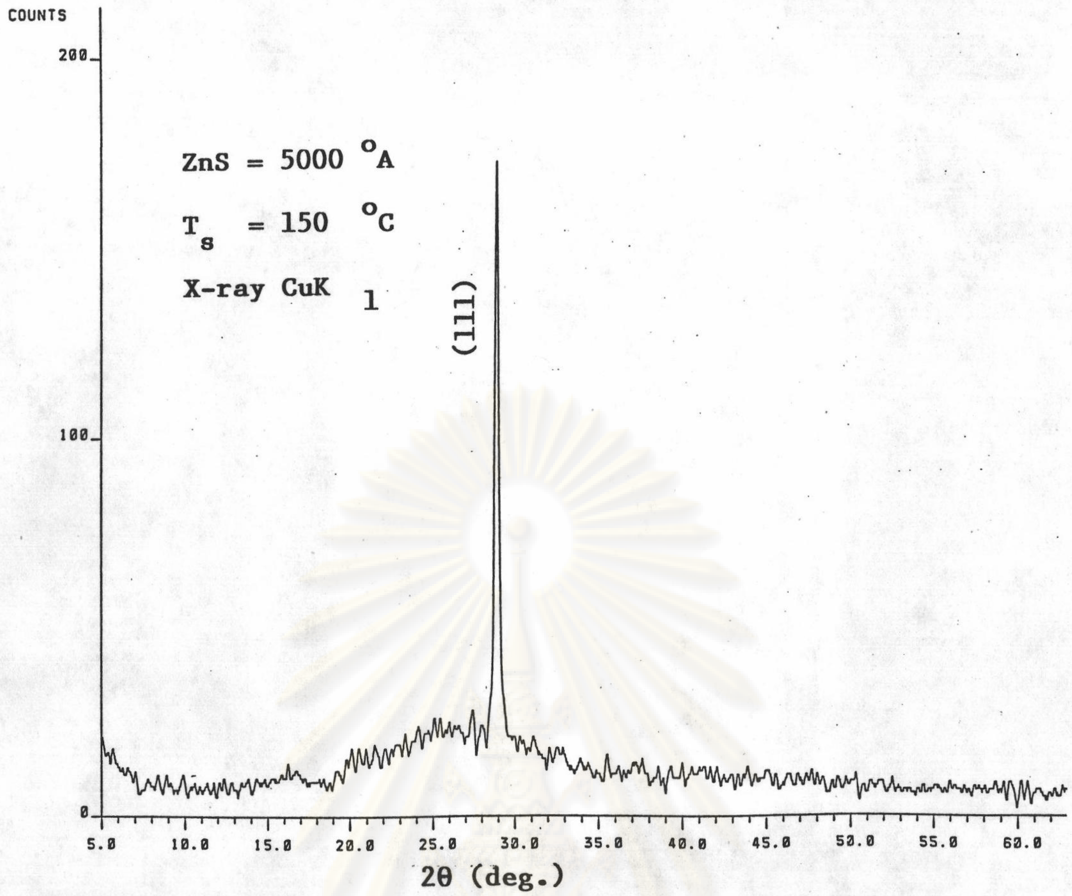
Parameter	ZnS
Vacuum	$<7*10^{-6}$ torr.
Substrate temperature	200 °C
Growth rate	3-5 °A/sec
Thickness	3000-9000 °A
Rotation speed	5 rpm.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ได้มีการนำฟิล์มบาง ZnS ที่ปลูกได้ไปวัดคุณสมบัติทางโครงสร้าง ด้วยวิธี x-ray diffraction เพื่อที่จะให้ EL มีสมรรถภาพดี เช่น ความสว่าง (brightness) ประสิทธิภาพ (efficiency) ความเสถียรภาพ (stability) และค่าแรงดัน threshold (threshold voltage) ทั้งหมดนี้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขการประดิษฐ์ในแต่ละชั้นของตัวสิ่งประดิษฐ์ EL โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณภาพของโครงผลึกของชั้นเปล่งแสง ZnS จะเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เพื่อที่จะให้ได้ EL ที่มีประสิทธิภาพดี เพราะว่าระดับของ defect ที่จะเป็นตัวการกระทำให้เกิดการเปล่งแสงที่ศูนย์กลางการรวมตัว (non-radiative recombination center) นั้นมีค่าลดลงในฟิล์มที่มีโครงผลึกที่ดี จะทำให้ค่า mean free path ของพาหะมีค่าเพิ่มขึ้น จากเหตุผลนี้สิ่งแรกที่ผู้เขียนได้ทำการหาค่าที่เหมาะสมของเงื่อนไขในการประดิษฐ์ชั้นเปล่งแสง ZnS ชั้นเปล่งแสง ZnS ถูก deposit ด้วยวิธี electron beam evaporator (EB) อุณหภูมิแผ่นฐาน (substrate temperature) ที่ใช้ในการประดิษฐ์ชั้นเปล่งแสง 200 °C และฟิล์มมีความหนา 5000 °A การหาค่า x-ray diffraction pattern หาได้โดยใช้เงื่อนไขดังนี้

Target	Cukα1 (ความยาวคลื่น 1.54256 °A)	
KV	45.00	KV
mA	30.00	mA
Start Angle	5.00	Deg
Stop Angle	105.00	Deg
Step Angle	0.040	Deg
Mean Time	0.75	Sec

รูปที่ 3.9 แสดง pattern x-ray diffraction ของฟิล์ม ZnS จากรูปนี้จะเห็นว่าฟิล์มที่ deposit จะมีการเรียงตัว (orientation) ในทิศทาง (111) มีมุม 2θ = 28.96 องศา และค่าคงที่ของโครงผลึก (lattice constant) มีค่าเท่ากับ 3.018 °A ซึ่งมีโครงสร้างมีลักษณะเป็น cubic ค่า peak intensity ของเส้น (111) เป็นผลมาจากความหนาของฟิล์มและอุณหภูมิแผ่นฐานที่ใช้ในระหว่างการ deposit ฟิล์ม ZnS เครื่องมือที่ใช้วัดเรียกว่า x-ray diffractometer ยี่ห้อ Jeol รุ่น JDX 8030 เครื่องมือดังกล่าวติดตั้งอยู่ที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รูปที่ 3.10 แสดงเครื่อง x-ray diffractometer ที่วัดผลของฟิล์มบาง ZnS ในการวิจัย



รูปที่ 3.9 แสดง pattern x-ray diffraction ของฟิล์มบาง ZnS

รูปที่ 3.10 เครื่อง x-ray diffractometer ที่ใช้ในการวัดฟิล์มบาง ZnS

2. ชั้นขั้วโปร่งแสง (ITO)

ขั้วโปร่งแสง หรือ ITO (ย่อมาจากคำว่า Indium Tin Oxide) ที่ใช้เป็นขั้วไฟฟ้าที่ดี ยอมให้แสงทะลุผ่านได้

นำผงของ Indium Oxide (In_2O_3) มาผสมกับผง SnO_2 ในอัตราส่วน 95:5 wt% (In_2O_3 : SnO_2 = 95 : 5 wt%) เมื่อผสมผงทั้งสองเข้ากันดีแล้วจึงนำไปอัดเป็นเม็ด pellet ส่วนเม็ด pellet ของ Induim Tin Oxide แสดงในรูปที่ 3.11

รูปที่ 3.11 เม็ด pellet ของ Induim Tin Oxide (ITO) ที่ใช้ในการวิจัย

การปลูกฟิล์มชั้น ITO ใช้ระบบ Electron Beam Evaporator ซึ่งมีข้อดีคือ เป็นกระบวนการที่สะอาดไม่มีสารเจือปน มีเงื่อนไขในการควบคุมน้อย และสะดวกในการทำงาน ในการวิจัยนี้ได้มีการหาอุณหภูมิที่เหมาะสมของแผ่นฐานที่จะทำให้ฟิล์มของชั้นโปร่งแสงมีคุณสมบัติที่ดีที่สุด จึงได้ทำการทดลองเปลี่ยนค่าอุณหภูมิแผ่นฐานค่าต่าง ๆ มีดังนี้คือ 50, 100, 150, 200 250 และ 300 °C ส่วนแผ่นฐานที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย

แผ่นแก้ว 7059 ของบริษัท corning
แผ่นแก้ว non alkaline alumino zincsilicate ของบริษัท ASAHI
แผ่นแก้ว sodalime ของบริษัท ASAHI
แผ่นแก้ว neutral ของบริษัท ASAHI

นำแผ่นฐานต่าง ๆ มาล้างให้สะอาดด้วยวิธี ultrasonic โดยล้างด้วย Tricholoethylene Actone และ methyl alcohol อย่างละ 15 นาที การที่จะผลิตฟิล์ม ITO ที่มีคุณสมบัติที่ดี จะต้องมีเงื่อนไขที่คำนึงถึงในกระบวนการผลิตฟิล์ม เช่น อัตราการระเหย ความดันออกซิเจน และ อุณหภูมิฐาน เป็นต้น

เมื่อติดตั้งแผ่นฐานกระจกที่จะเคลือบ ITO ลงในระบบ EB แล้วปิด chamber และดูดอากาศภายใน chamber ให้มีค่าประมาณ 10^{-6} torr. ในขณะที่ทำการปลูกฟิล์ม ITO ปล่อยก๊าซออกซิเจนเข้าใน chamber ให้มีความดันบรรยากาศมีค่าประมาณ $5*10^{-4}$ torr. ดังแสดงในตารางที่ 3.3

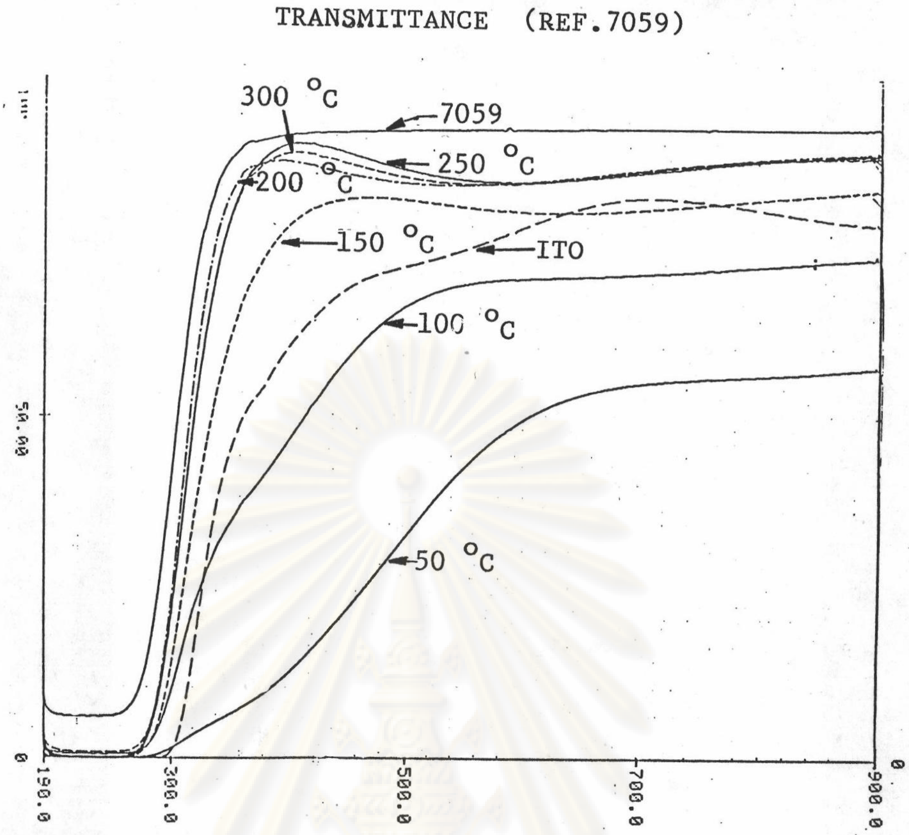
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 3.3 แสดงเงื่อนไขการปลูกฟิล์มชั้น ITO ด้วยระบบ electron beam evaporator

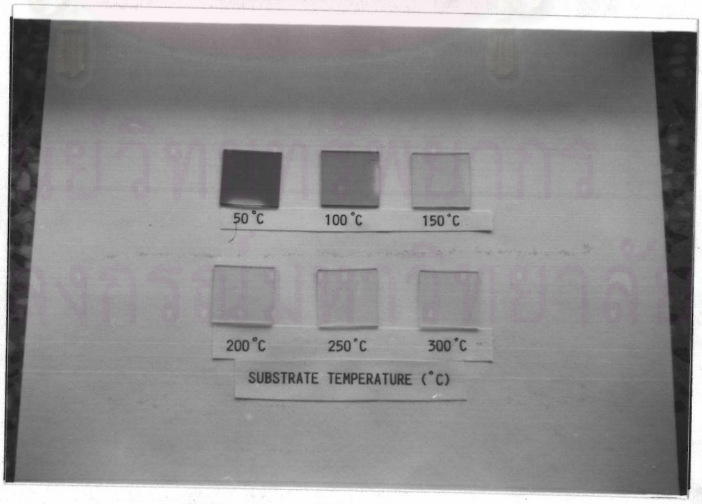
Parameter	ITO
Back pressure	<7*10^{-6} torr.
Oxygen pressure	5*10^{-5} torr.
Substrate temperature	50-300 °C
Growth rate	1-2 °A/sec
Thickness	2000-3000 °A
Rotation speed	5 rpm.

หลังจากที่ได้ฟิล์มบางของ ITO จึงนำไปวัดคุณสมบัติทางแสง คุณสมบัติทางโครงสร้าง และคุณสมบัติทางไฟฟ้า สำหรับการวัดคุณสมบัติทางแสงมีการวัดการทะลุผ่านของแสง (T%) spectrum ของแสงที่ใช้มีความยาวคลื่นระหว่าง 190 - 900 nm. วัดด้วยเครื่อง Shimadzu UV 240 ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 3.12 พบว่าที่อุณหภูมิแผ่นฐาน 250 °C จะมีการทะลุผ่านของแสงดีที่สุด และที่อุณหภูมิแผ่นฐานต่ำ ๆ การทะลุผ่านของแสงมีค่าต่ำ เนื่องมาจากฟิล์มมีสีน้ำตาลอ่อน รูปที่ 3.13 แสดงตัวอย่างของฟิล์ม ITO ที่ปลูกได้ที่อุณหภูมิแผ่นฐานต่าง ๆ กัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

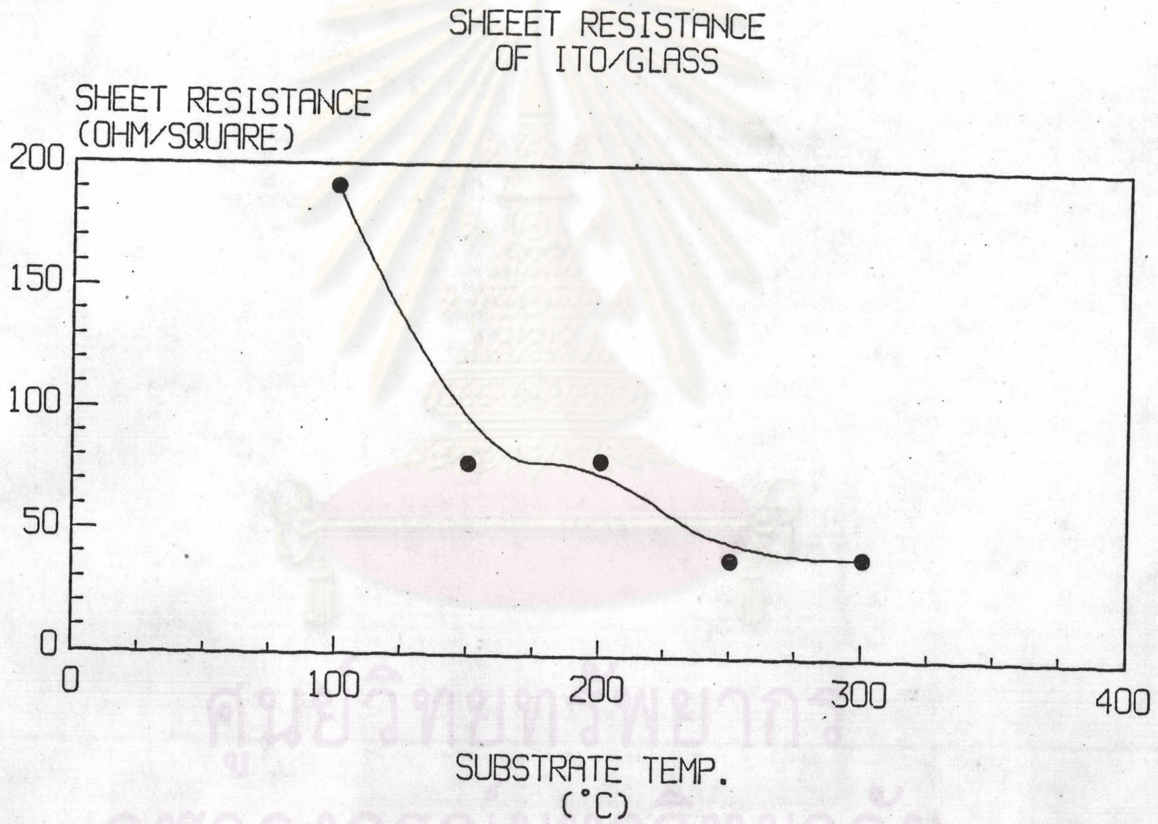


รูปที่ 3.12 ผลการวัดการทะลุผ่านของแสงของฟิล์ม ITO



รูปที่ 3.13 รูปตัวอย่างฟิล์ม ITO ปลูกที่อุณหภูมิแผ่นฐานต่าง ๆ กัน

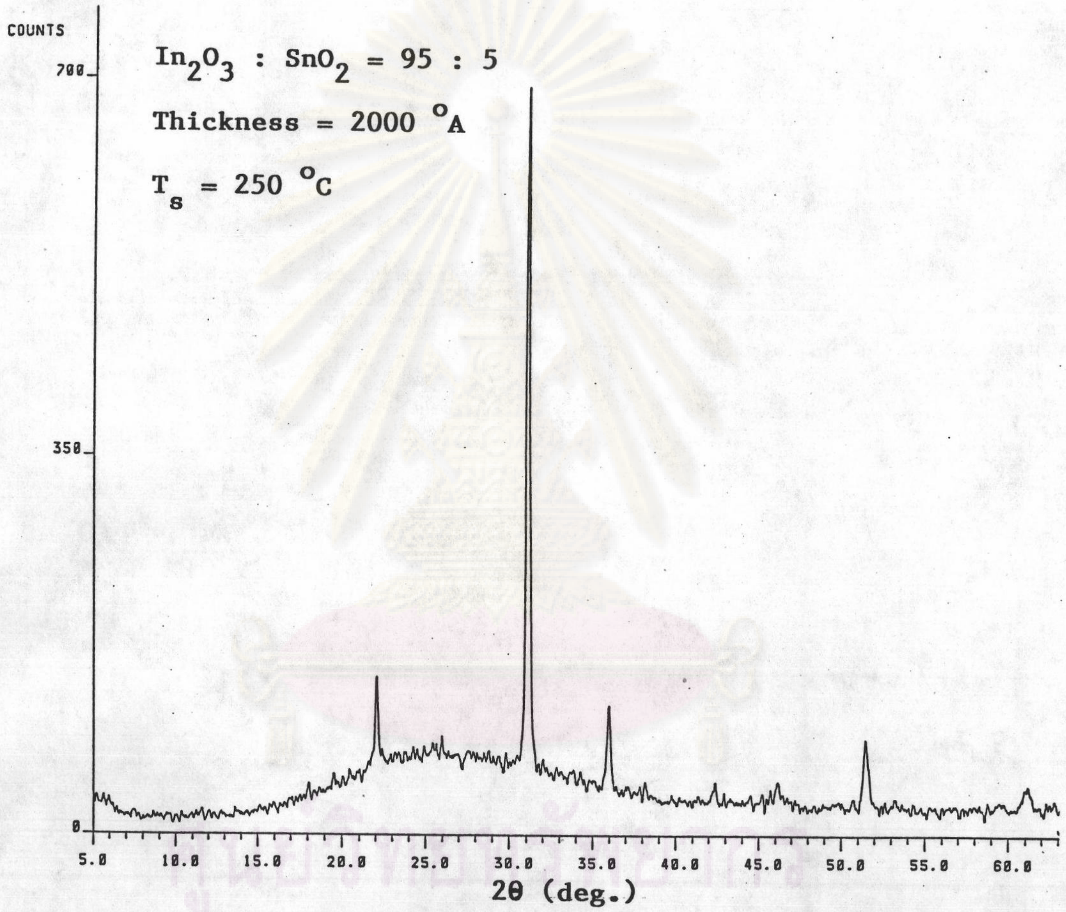
การวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าของขั้วโปร่งแสง ITO ใช้เครื่อง four point probe ยี่ห้อ Veeco ทำการวัดค่าความต้านทานของฟิล์ม ITO ค่าที่ได้เป็นค่า sheet resistance รูปที่ 3.14 แสดงค่าความต้านทานของฟิล์ม ITO ที่อุณหภูมิแผ่นฐานต่าง ๆ กัน พบว่าที่อุณหภูมิแผ่นฐานต่ำความต้านทานมีค่าสูง แต่เมื่ออุณหภูมิแผ่นฐานสูงขึ้นค่าความต้านทานเริ่มมีค่าลดน้อยลง อุณหภูมิแผ่นฐานที่ค่าประมาณ 250 °C จะมีค่าความต้านทานต่ำสุด



รูปที่ 3.14 ค่าความต้านทานของฟิล์ม ITO ที่อุณหภูมิแผ่นฐานต่าง ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวัดคุณสมบัติทางโครงสร้างของฟิล์ม ITO โดยการวัด x-ray diffraction เพื่อตรวจดูว่าฟิล์ม ITO มีคุณสมบัติทางโครงสร้างเป็นอย่างไร รูปที่ 3.15 แสดง pattern x-ray diffraction ของฟิล์ม ITO พบว่าฟิล์ม ITO ที่ปลูกได้ในงานวิจัยนี้มีคุณสมบัติทางโครงสร้างเป็นผลึกหลายรูป (polycrystal)



รูปที่ 3.15 แสดง pattern x-ray diffraction ของฟิล์ม ITO

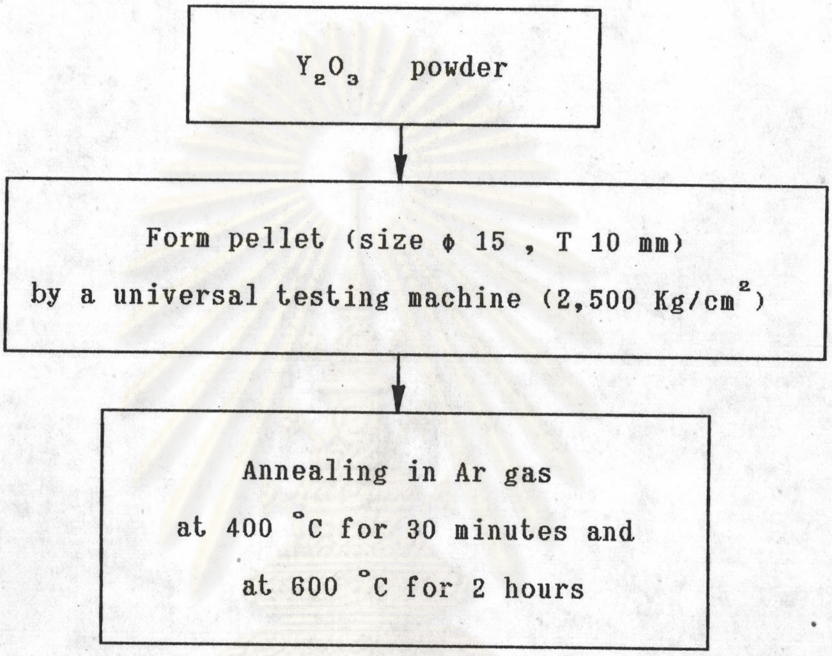
3. <u>ชั้นฉนวน</u>

วัสดุฉนวน Y_2O_3 บริษัทผู้ผลิตจะขายเป็นผงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 50 ไมครอน ความบริสุทธิ์ของผง Y_2O_3 อยู่ในเกรด 3-4 N ในการนำไปใช้งานจะต้องนำผง Y_2O_3 ไปอัดเป็นเม็ด pellet โดยนำเทใส่แม่พิมพ์ที่เป็นเบ้าที่ทำจากทองเหลืองแล้วอัดด้วยแรงดันสูง เพื่อให้จับตัวกันเป็นเม็ด pellet มีลักษณะคล้ายเม็ดยาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 มม. หนา 10 มม. แรงดันที่ใช้อัดมีค่าประมาณ 2,500 kg/cm^2 ด้วยเครื่อง universal testing machine ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น DSS 10 T ดังแสดงในรูปที่ 3.16

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.16 เครื่อง Universal Testing Machine ที่ใช้อัดเม็ด Pellet Y_2O_3

รูปที่ 3.17 แสดงขั้นตอนการผลิต pellet Y_2O_3 เมื่อได้เม็ด pellet Y_2O_3 แล้วจะต้องนำเม็ด pellet Y_2O_3 ไปอบ (annealing) ภายในบรรยากาศของก๊าซ Ar ที่อุณหภูมิ 400 °C เป็นเวลา 30 นาที และที่อุณหภูมิ 600 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง



รูปที่ 3.17 ขั้นตอนการผลิตเม็ด pellet Y_2O_3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

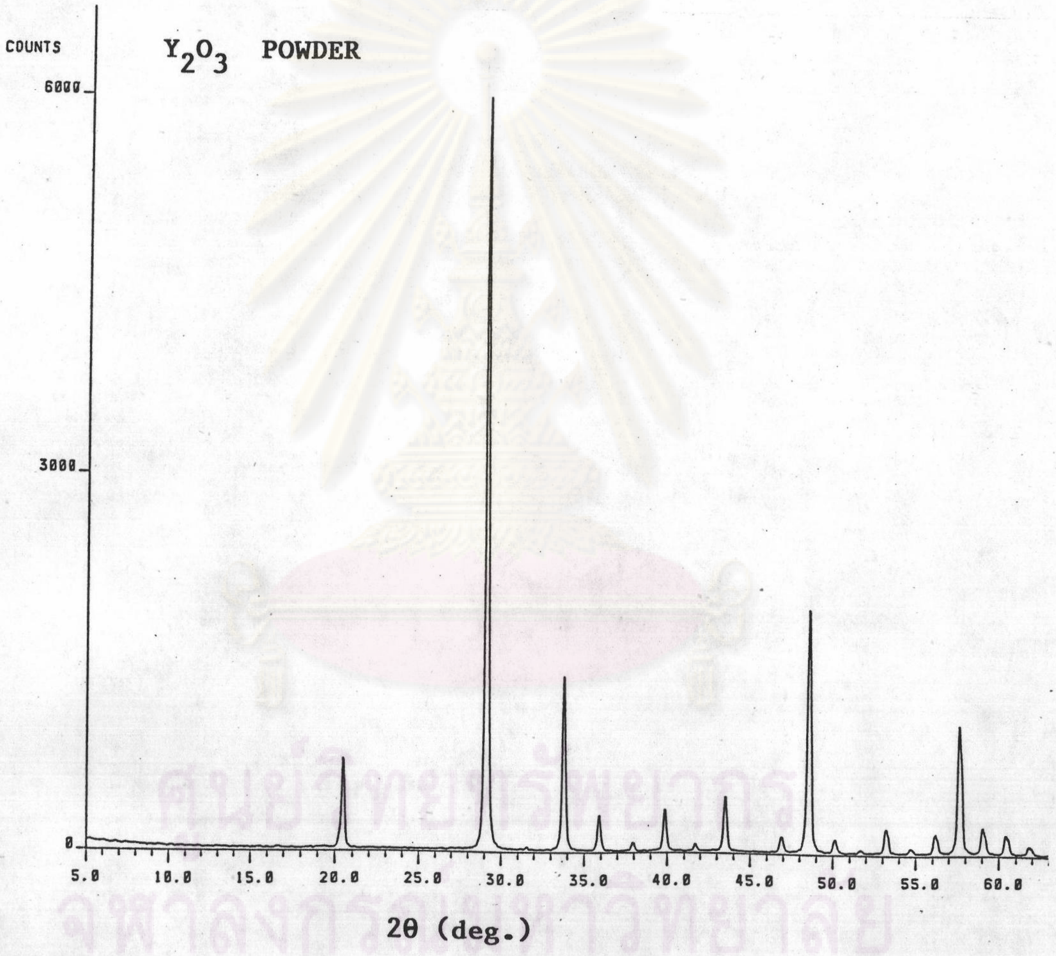
เมื่อได้เม็ด pellet Y_2O_3 ที่ผ่านการอบแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการปลูกฟิล์มบางชั้นฉนวน Y_2O_3 ตารางที่ 3.4 สรุปเงื่อนไขการผลิตฟิล์มบางชั้นฉนวน Y_2O_3 ด้วยวิธี Electron Beam Evapovator

ตารางที่ 3.4 สรุปเงื่อนไขการประดิษฐ์ฟิล์ม Y_2O_3 ด้วยวิธี EB

Parameter	Y_2O_3
Vacuum	<7*10^{-6} torr.
Substrate temperature	100-200 °C
Growth rate	5-10 °A/sec
Thickness	3000-7000 °A
Rotation speed	5 rpm.

ได้มีการศึกษาคุณสมบัติทางโครงสร้างของผง Y_2O_3 โดยวิธี x-ray diffraction รูปที่ 3.18 แสดง pattern x-ray diffraction ของผง Y_2O_3 จากรูปสามารถวิเคราะห์ได้ว่า ผงของ Y_2O_3 มีคุณสมบัติโครงสร้างเป็นผลึกหลายรูป (Polycrystal)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.18 แสดง pattern x-ray diffraction ของผง Y_2O_3

สรุป

ในบทนี้ได้กล่าวถึงวิธีการปลูกฟิล์มบางชั้นต่าง ๆ ที่ประกอบกันเป็นดิสเพลย์ EL ด้วยวิธี Electron Beam Evaporator (EB) และมีการศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานของฟิล์มที่ปลูกได้

ฟิล์มชั้นเปล่งแสง คือ ZnS นั้นสามารถเปลี่ยนสีของการเปล่งแสงได้ด้วยการเลือกชนิดของ color center ที่ผสมไว้ในเม็ด pellet ZnS ฟิล์ม ZnS ที่ปลูกได้เมื่อตรวจวัดโครงสร้างด้วยวิธี x-ray diffraction พบว่า มีคุณสมบัติเป็นผลึกหลายรูป (Polycrystal)

การปลูกฟิล์มชั้น ITO มีความจำเป็นที่จะต้องทำในบรรยากาศของก๊าซออกซิเจน (ความดันประมาณ $5*10^{-4}$ torr.) และอุณหภูมิแผ่นฐานที่เหมาะ (200-250 $^{\circ}$C) จึงจะได้ ITO ที่โปร่งแสงและนำไฟฟ้าได้ดี

สำหรับฟิล์มชั้นฉนวน คือ Y_2O_3 มีความโปร่งแสงดีมากจึงคาดว่าแสงที่จะถูกเปล่งออกมาจาก EL (ดังจะได้กล่าวในบทต่อไป) จะสามารถทะลุผ่านชั้น Y_2O_3 ได้โดยไม่ถูกดูดกลืนเลย

ขั้นตอนการศึกษาวิธีการปลูกฟิล์มชั้นต่าง ๆ ที่ในบทนี้ต้องอาศัยเทคนิค และ knowhow ต่าง ๆ มากมาย ทั้งตั้งแต่การเริ่มเตรียมเม็ด pellet ซึ่งต้องมีการอัดผงให้เป็นเม็ดต้องใช้แรงดันที่เหมาะสม ถ้าแรงดันน้อยไปเม็ด pellet ผงก็จะไม่จับตัวกันเป็นเม็ดหรือ ถ้าแรงดันสูงเกินไปเม็ด pellet ก็จะแตกตัวเป็นชิ้น ๆ

นอกจากนี้ในขณะปลูกฟิล์มด้วยระบบ Electron Beam Evaporator ยังต้องอาศัยเทคนิค high vacuum และควบคุมเงื่อนไขต่าง ๆ ให้เหมาะและคงที่ (ความกดดัน อุณหภูมิ และอัตราการยิงให้เม็ด pellet ระเหย) ตลอดเวลาการปลูกฟิล์ม

ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับเงื่อนไขการผลิตฟิล์มบางด้วยวิธี Electron Beam Evaporator ในบทนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการผลิตดิสเพลย์ EL ดังจะได้กล่าวถึงในบทต่อ ๆ ไป

i17163183