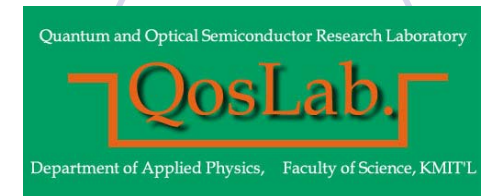


การศึกษาพื้นผิวฟิล์มบางสารกึ่งตัวนำอินทรีย์ Alq_3 โดยกล้องจุลทรรศน์
แบบแรงอะตอมเพื่อประยุกต์สร้างเป็นไดโอดเปล่งแสงสารอินทรีย์

Study of Surface Morphology on Alq_3 Organic Semiconductor Thin Films by
Atomic Force Microscopy for Organic Light Emitting Diode Application



นาย วิฑูรย์ ยินดีสุข
รศ.ดร. จิติ หนูแก้ว



ห้องปฏิบัติการวิจัยควอนตัมและสารกึ่งตัวนำทางแสง หน่วยวิจัยนาโนอิเล็กทรอนิกส์
ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ความสำคัญและที่มา

- 1963 Electroluminescence from an organic crystal
- 1974 Electroluminescence from a polymer (PVK)
- 1982 Electroluminescence from small molecules
- 1987 Double layer OLED based on Alq₃
- 1990 OLED based on conjugated polymer (PPV)

การนำไปประยุกต์ใช้งาน



Flexible Display



Flat Panel Display

การเปรียบเทียบกับจอแสดงผลชนิดอื่น

OLED	LCD	CRT
เปล่งแสงได้เอง	ไม่สามารถเปล่งแสงได้เอง	เปล่งแสงได้เอง
ใช้พลังงานต่ำ	ใช้พลังงานต่ำ	ใช้พลังงานสูง
น้ำหนักเบา	น้ำหนักเบา	น้ำหนักมาก
มุมมองกว้าง	มุมมองแคบ	มุมมองกว้าง

สมบัติของฟิล์มบางสารกึ่งตัวนำอินทรีย์ Alq₃

tris-(8-hydroxyquinoline) aluminum(III)

สูตรโครงสร้างทางเคมีคือ



มีมวลโมเลกุลเท่ากับ

459.43976

จุดหลอมเหลวเท่ากับ

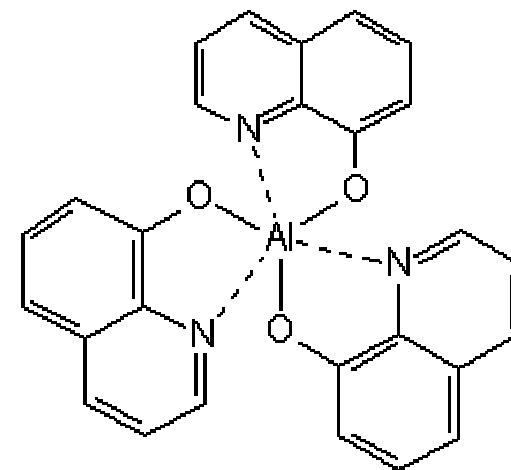
413-414.5 °C

สภาพคล่องของโฮล

$2 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{Vs}$

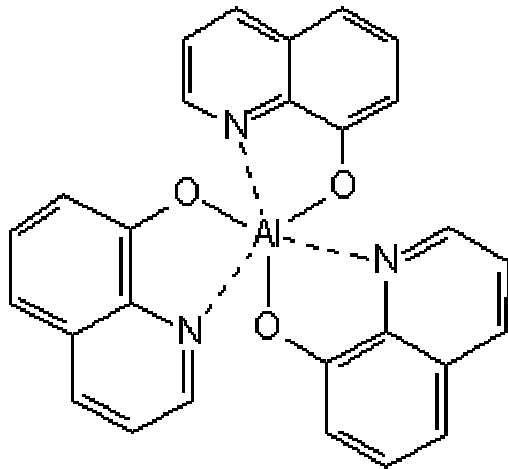
สภาพคล่องของอิเล็กตรอน

$1.4 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$



สมบัติของฟิล์มบางสารกึ่งตัวนำอินทรีย์ Alq₃

tris-(8-hydroxyquinoline) aluminum(III)



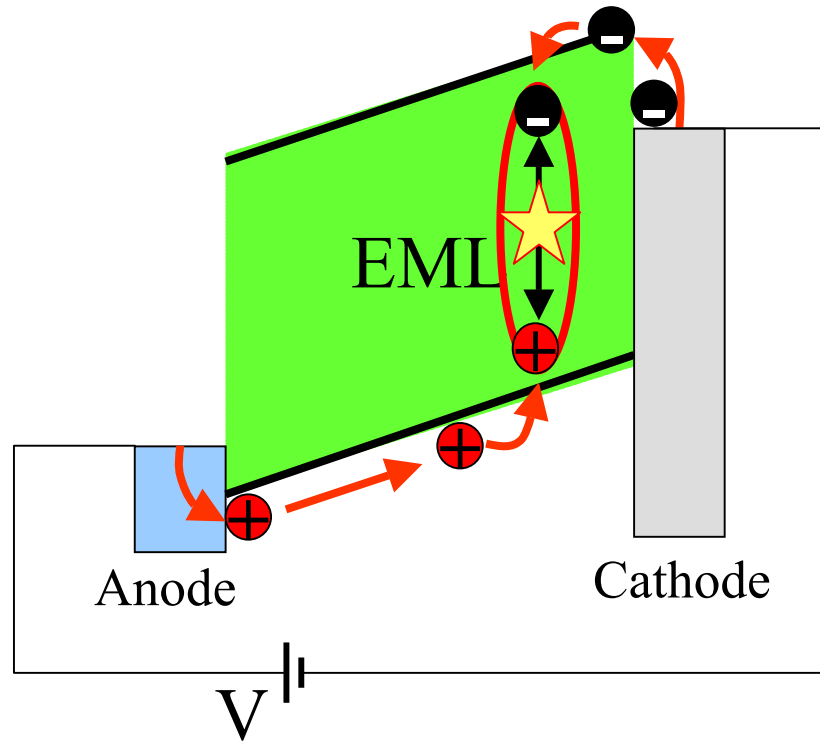
LUMO

HOMO

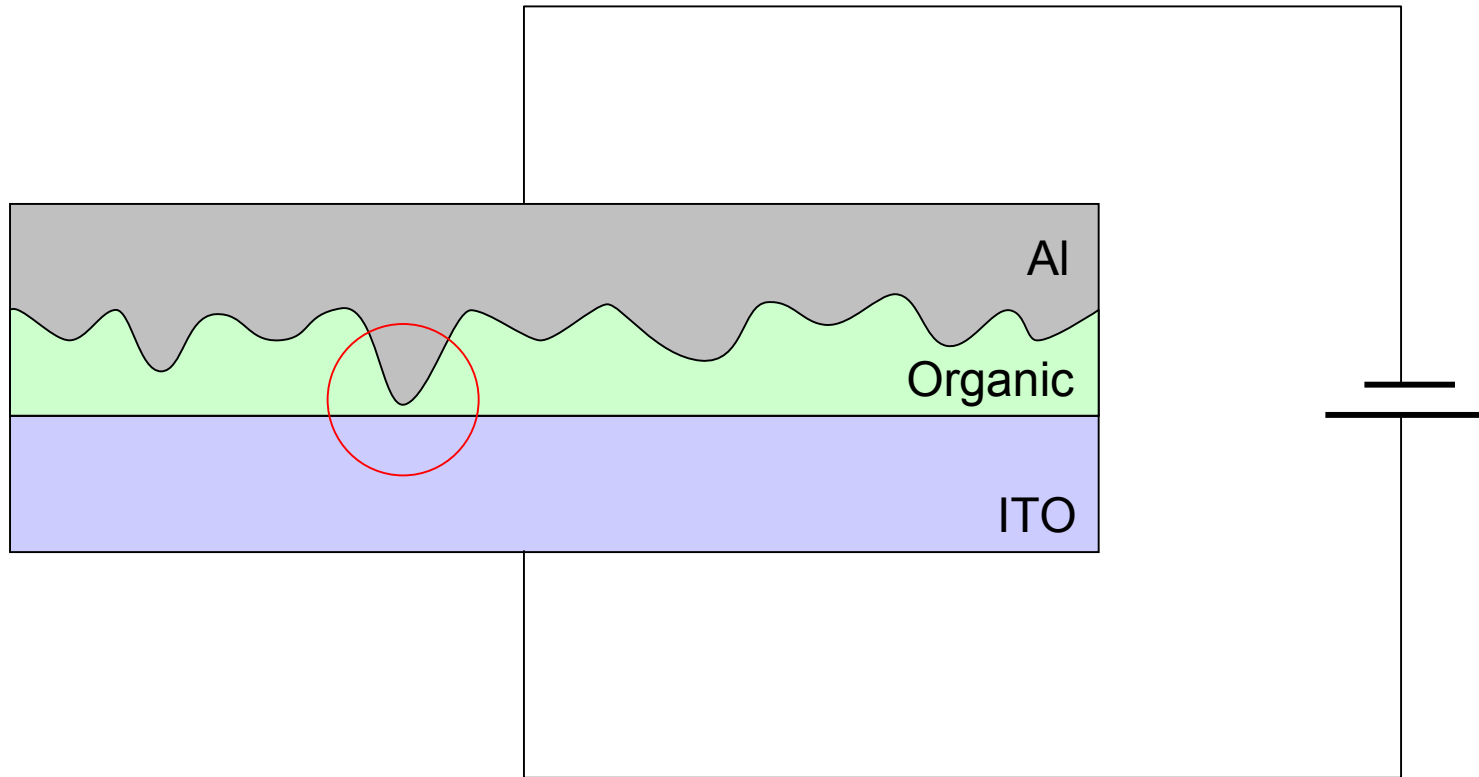
$$E_g = 2.2 \text{ eV}$$

สีเขียว

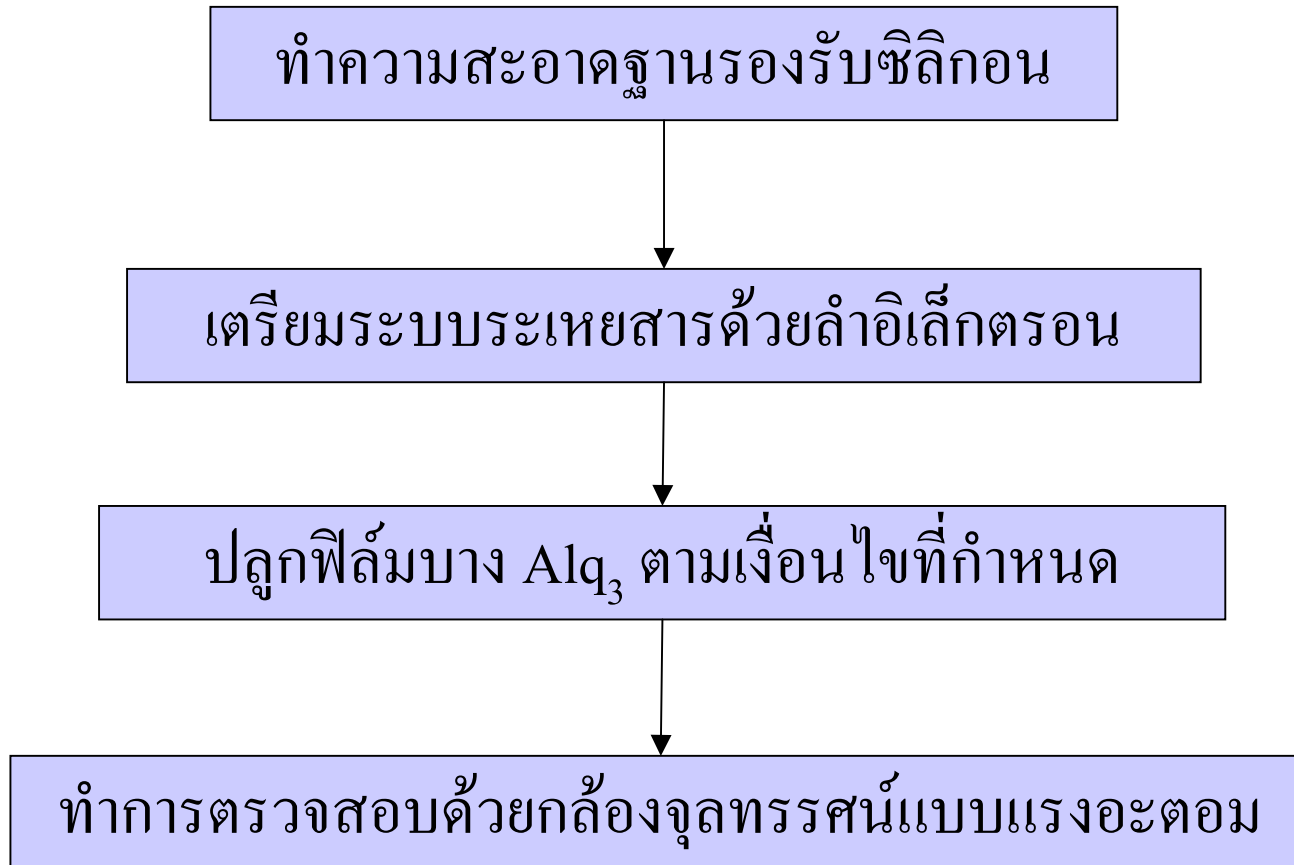
หลักการทํางานพื้นฐานของไดโอดเปล่งแสงสารอินทรีย์



หลักการทํางานพื้นฐานของไดโอดเปล่งแสงสารอินทรีย์



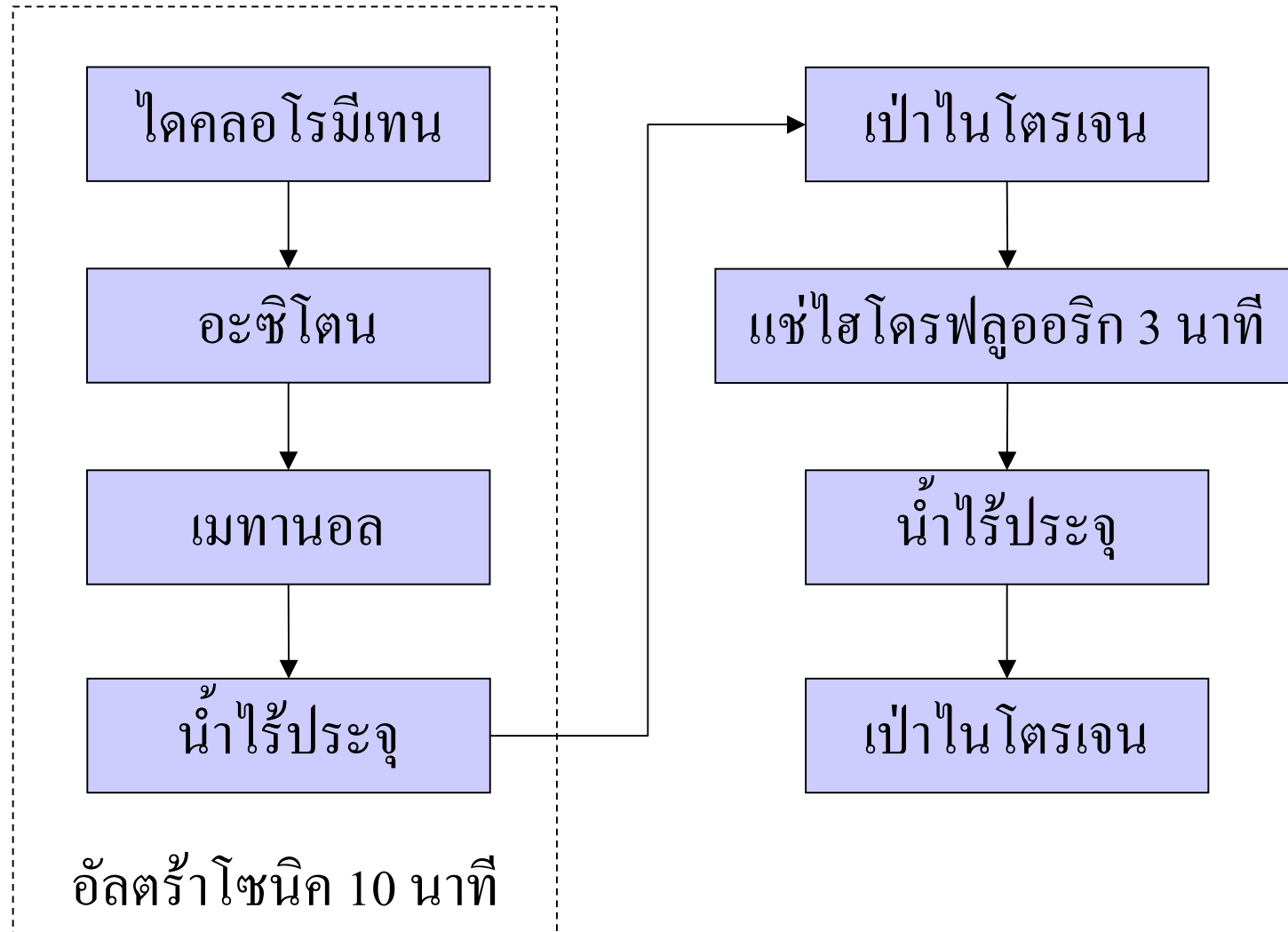
วิธีการวิจัย



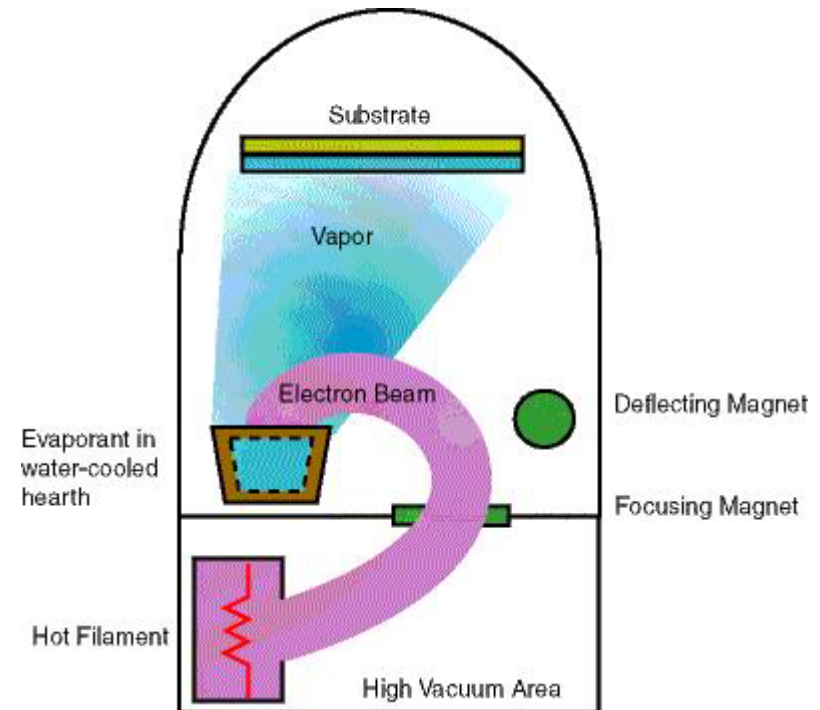
ทำความสะอาดฐานรองรับซิลิกอน



ทำความสะอาดฐานรองรับซิลิกอน



ระบบระเหยสารด้วยลำอิเล็กตรอนในสุญญากาศสูง

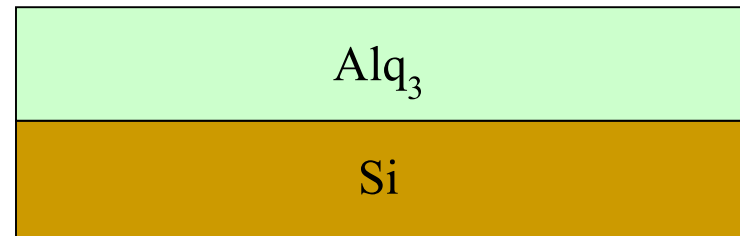


Edwards AUTO 306

การปลูกฟิล์มบางสารกึ่งตัวนำอินทรีย์

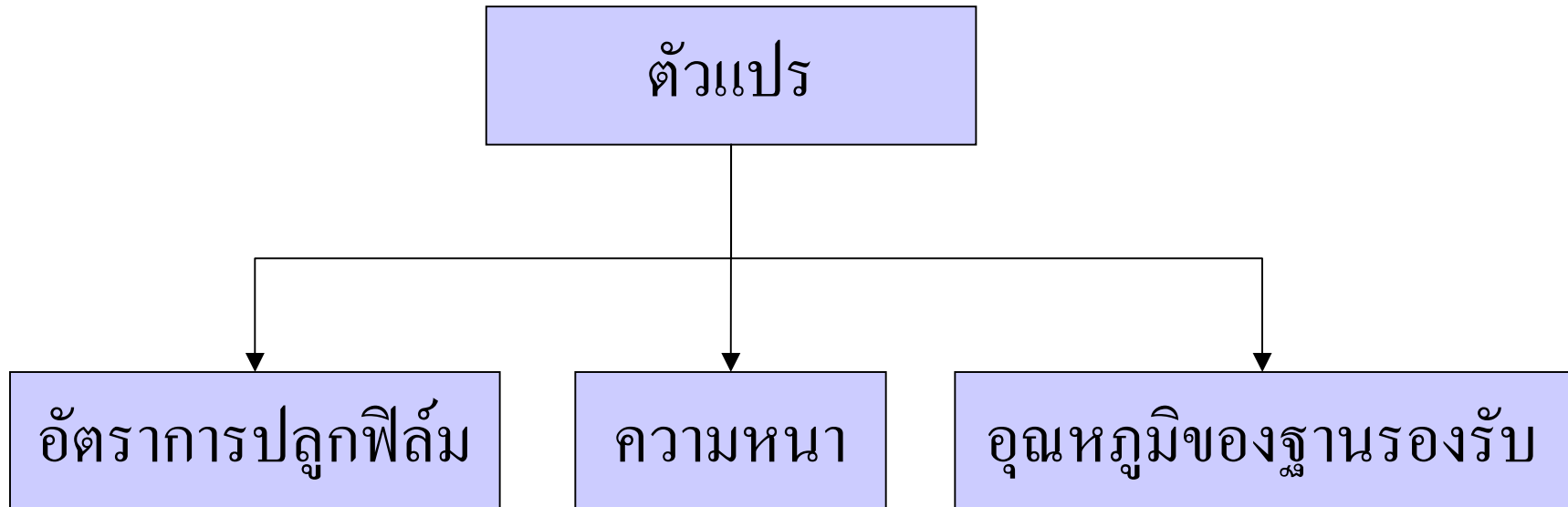


Alq_3 98%



โครงสร้างที่ใช้ในการทดลอง

การปลูกฟิล์มบางสารกึ่งตัวนำอินทรีย์



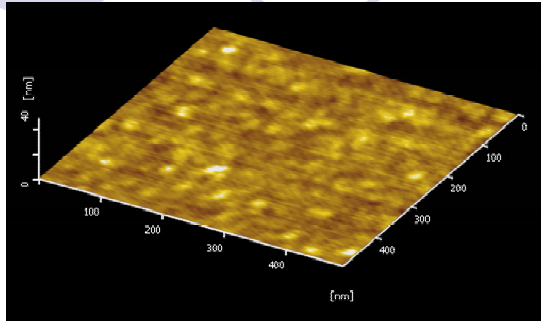
การตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแรงอะตอม



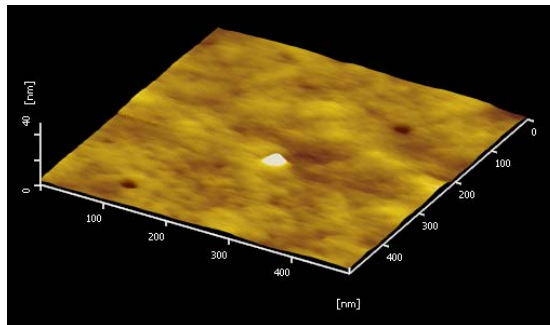
- ลักษณะพื้นผิว (*Surface Morphology*)
- ความขรุขระของพื้นผิว (*Roughness*)

Seiko SPA 400

ผลการทดลอง

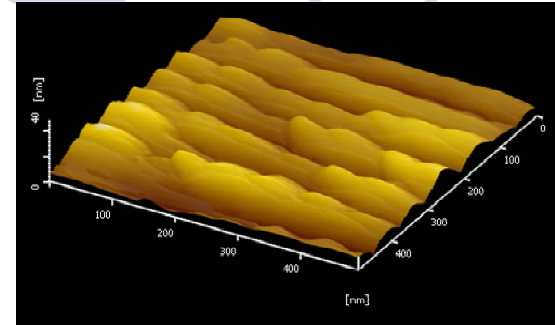


ฐานรองรับซิลิกอน

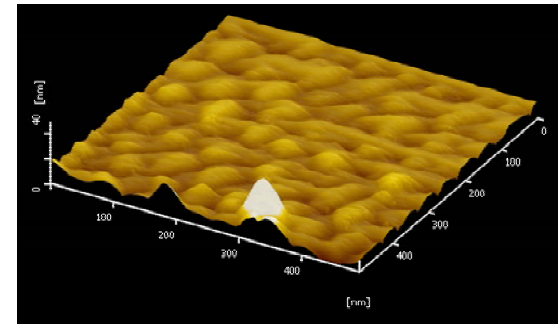


(ข) อัตราการปลูกฟิล์ม 0.1 nm/s

อัตราการปลูกฟิล์ม



(ก) อัตราการปลูกฟิล์ม 0.01 nm/s

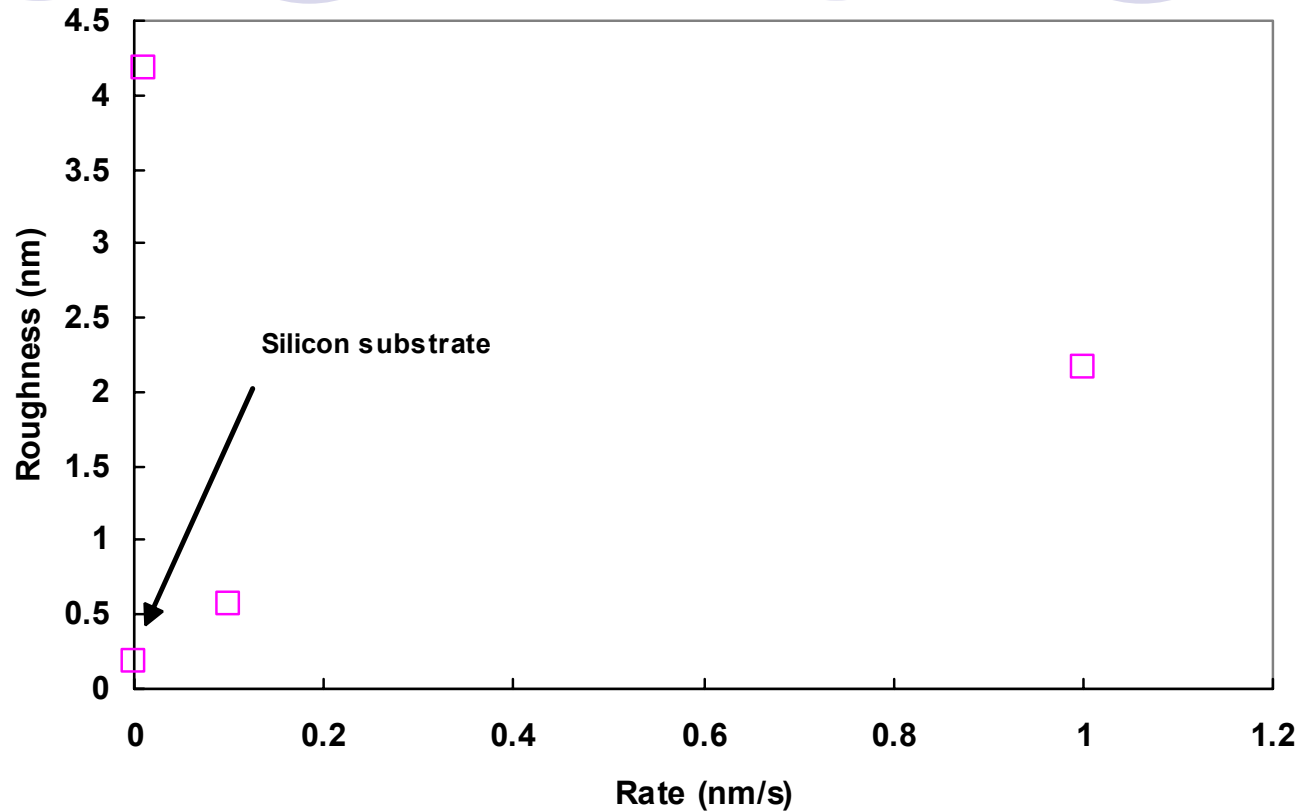


(ค) อัตราการปลูกฟิล์ม 1 nm/s

ลักษณะพื้นผิวของฟิล์มบาง Alq_3 จากการวัดด้วยกล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม เมื่อฟิล์มบางมีอัตราการปลูกฟิล์มต่างกัน โดยมีความหนา 50 nm ที่อุณหภูมิห้อง

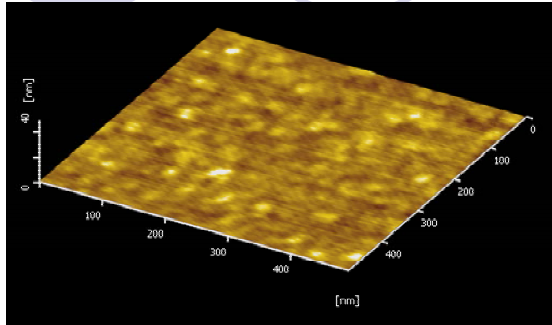
ผลการทดลอง

อัตราการปลูกฟิล์ม



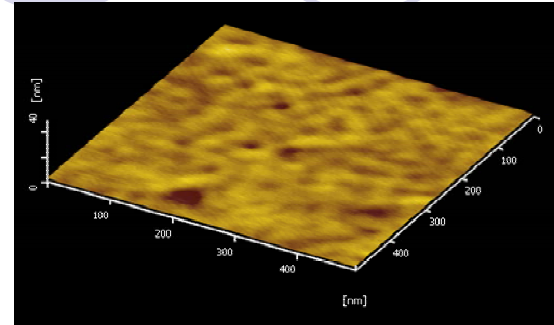
ผลการวิเคราะห์ความขรุขระของฟิล์มบาง Alq₃ ซึ่งฟิล์มมีอัตราการปลูกฟิล์มแตกต่างกัน โดยมีความหนา 50 nm ที่อุณหภูมิห้อง

ผลการทดลอง

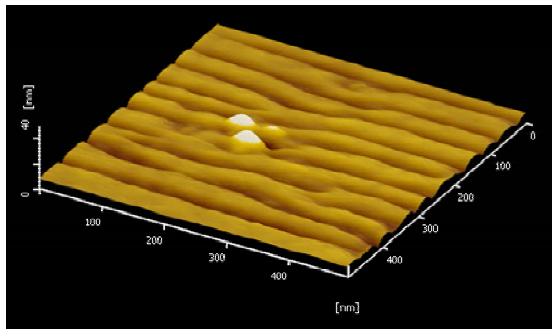


(ก) แผ่นซิลิกอน

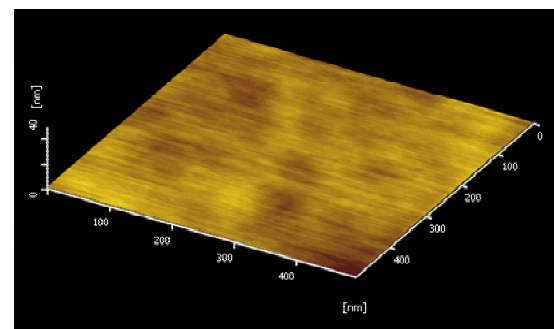
ความหนา



(ข) ความหนา 5 นาโนเมตร



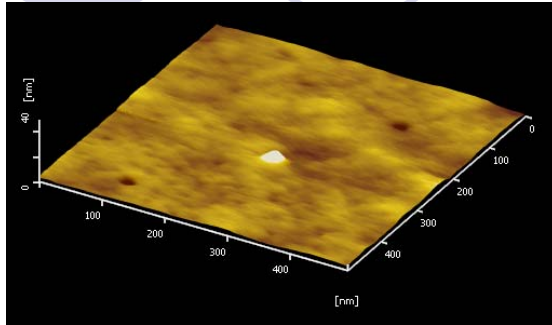
(ค) ความหนา 10 นาโนเมตร



(ง) ความหนา 30 นาโนเมตร

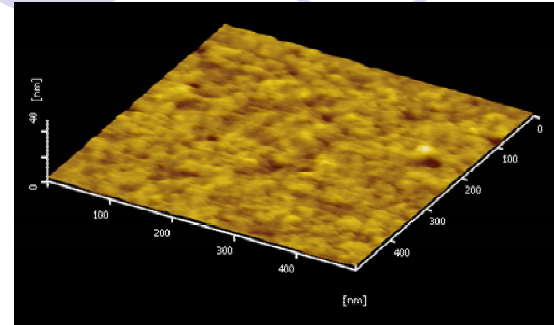
ลักษณะพื้นผิวของฟิล์มบาง Alq_3 จากการวัดด้วยกล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม เมื่อฟิล์มบางมีความหนาต่างกัน โดยมีอัตราการปลูกฟิล์ม 0.1 nm/s ที่อุณหภูมิห้อง

ผลการทดลอง

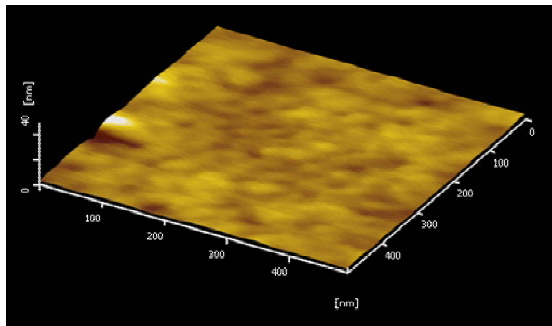


(จ) ความหนา 50 นาโนเมตร

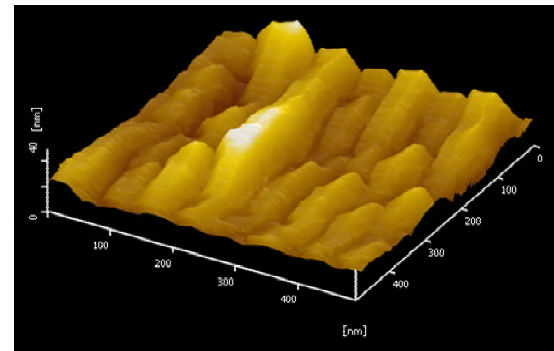
ความหนา



(ข) ความหนา 75 นาโนเมตร



(ค) ความหนา 100 นาโนเมตร

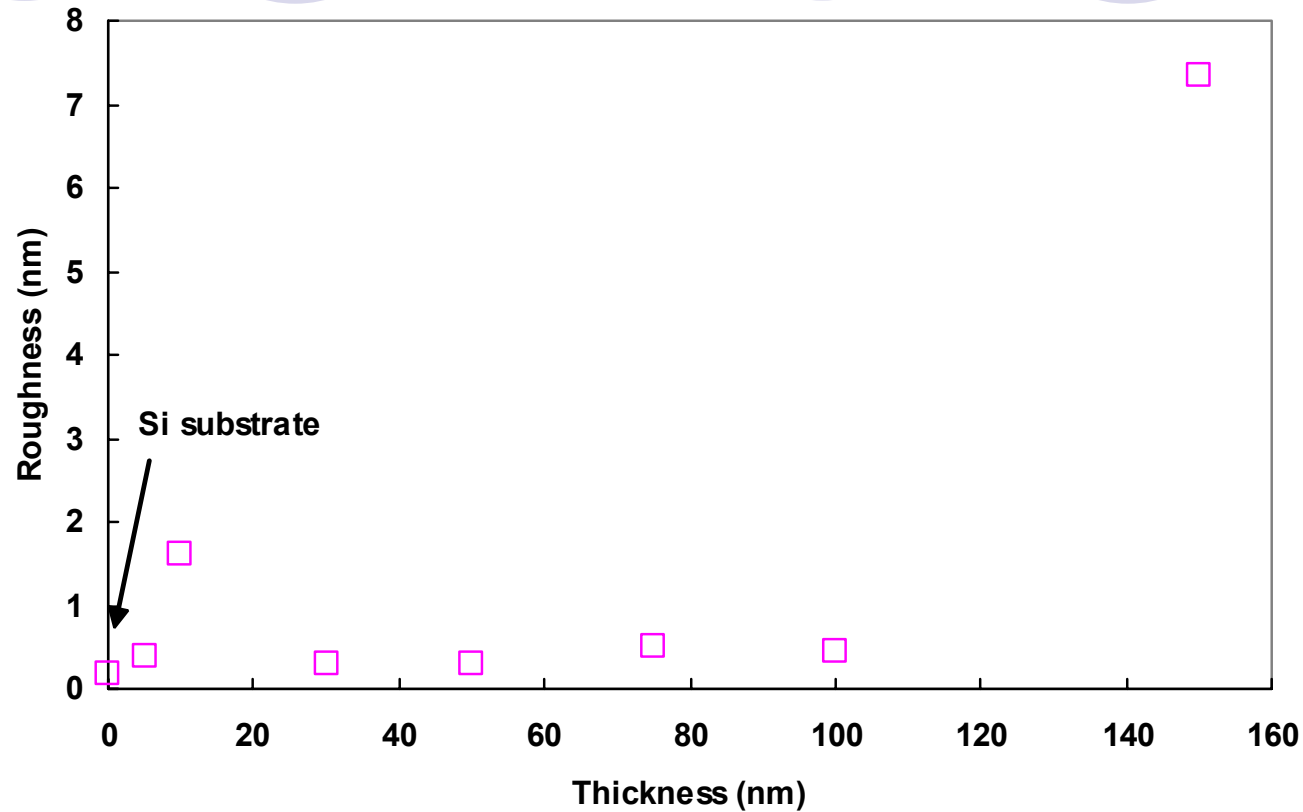


(ง) ความหนา 150 นาโนเมตร

ลักษณะพื้นผิวของฟิล์มบาง Alq_3 จากการวัดด้วยกล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม เมื่อฟิล์มบางมีความหนาต่างกัน โดยมีอัตราการปลูกฟิล์ม 0.1 nm/s ที่อุณหภูมิห้อง

ผลการทดลอง

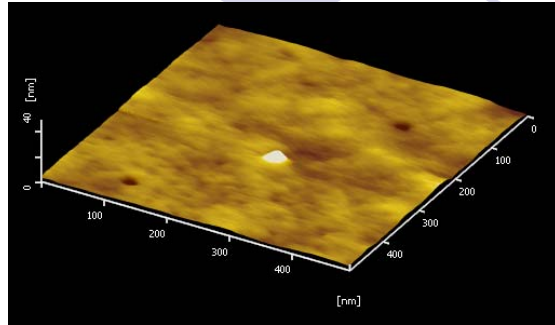
ความหนา



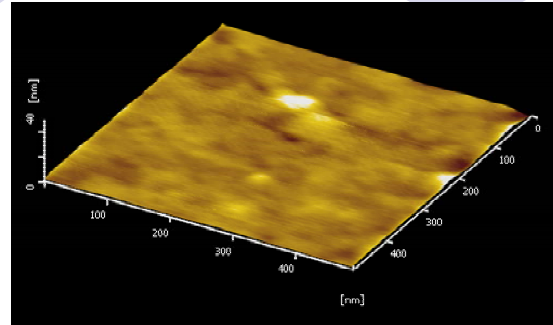
ผลการวิเคราะห์ความขรุขระของฟิล์มบาง Alq₃ ซึ่งฟิล์มมีความหนาแตกต่างกัน โดยมีอัตราการปลูกฟิล์ม 0.1 nm/s ที่อุณหภูมิห้อง

ผลการทดลอง

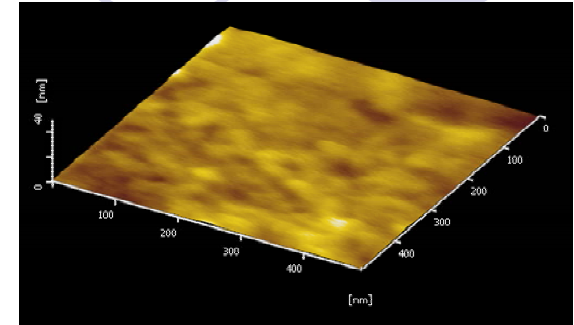
อุณหภูมิของฐานรองรับ



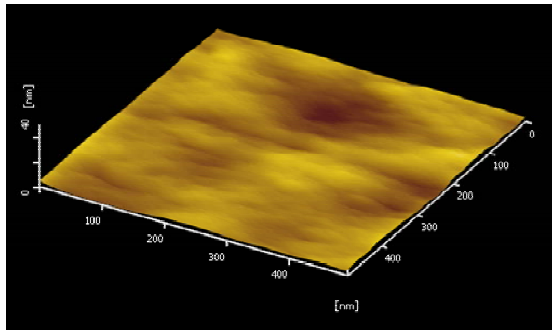
(ก) อุณหภูมิห้อง



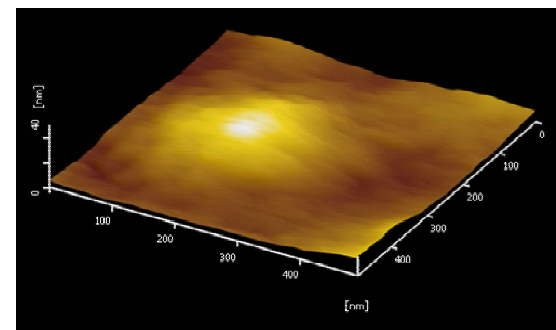
(ข) อุณหภูมิ 80 °C



(ค) อุณหภูมิ 100 °C



(ง) อุณหภูมิ 120 °C

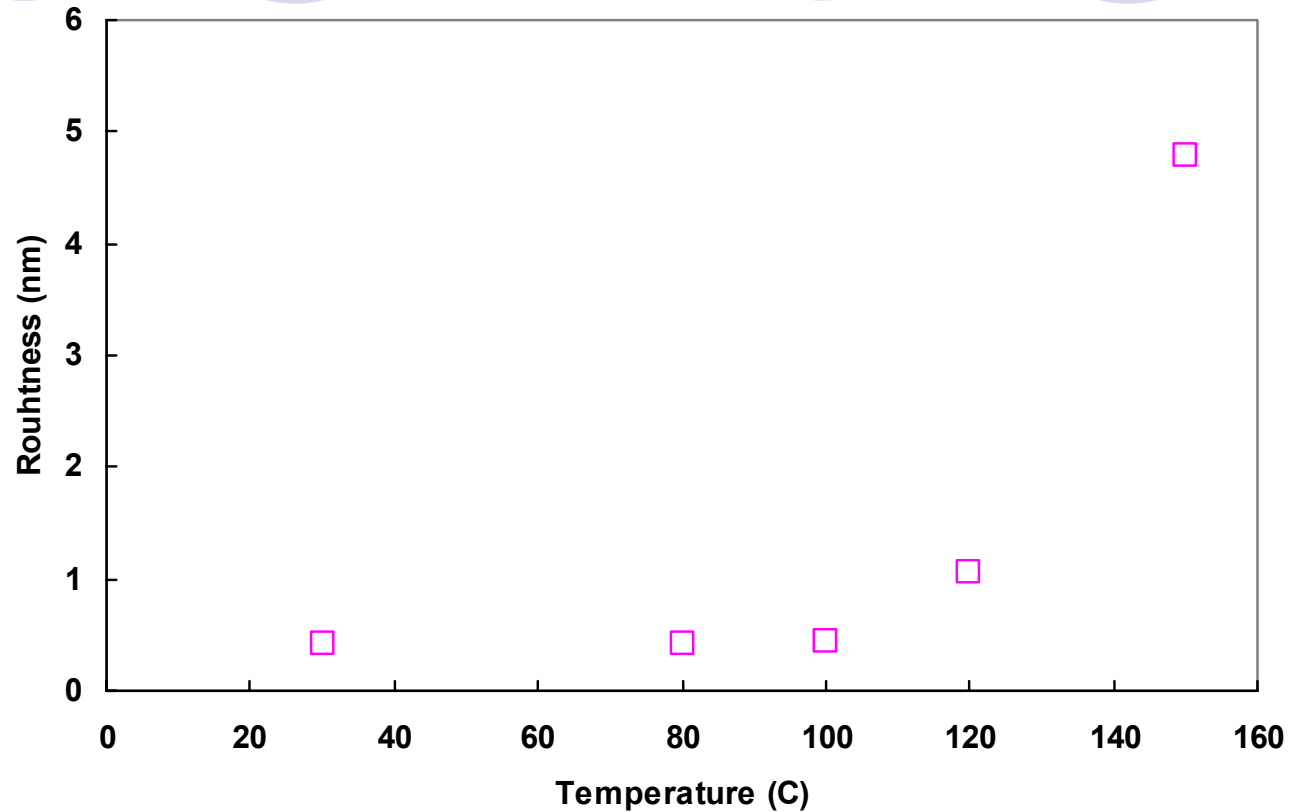


(จ) อุณหภูมิ 150 °C

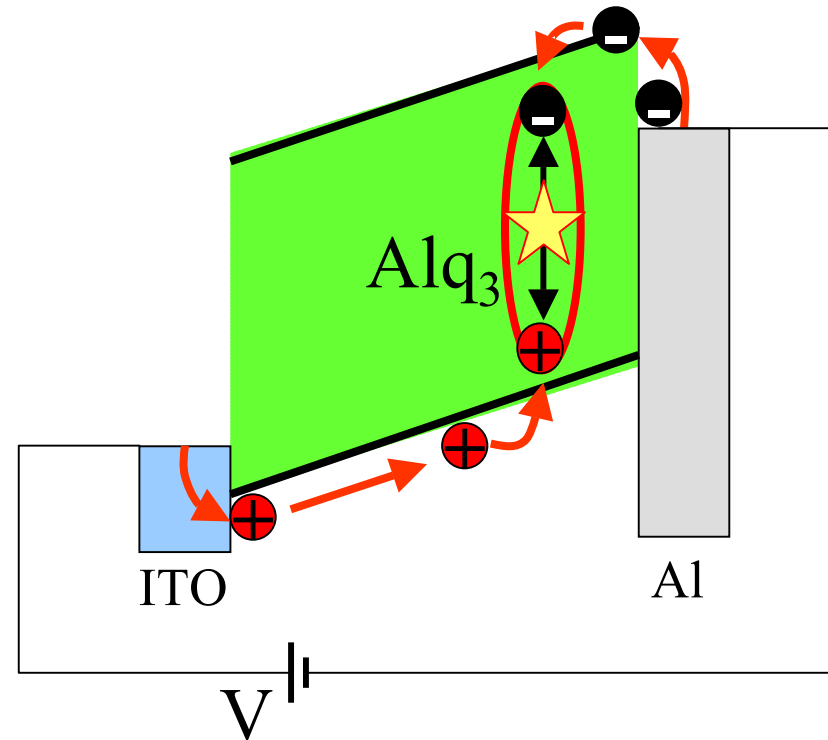
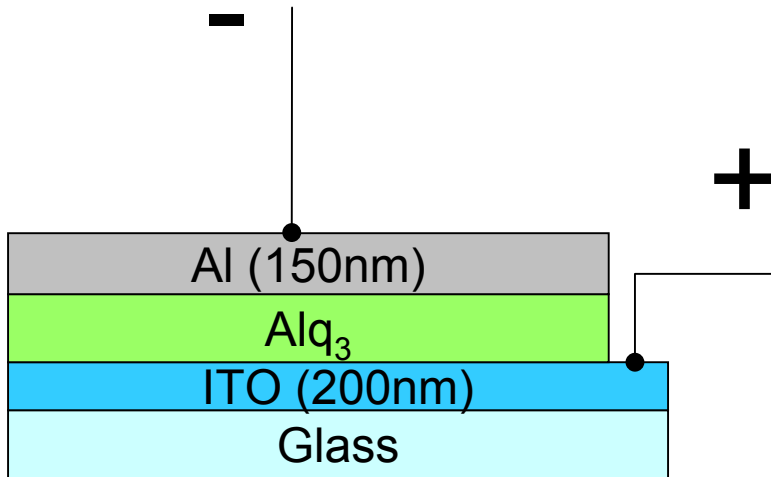
ลักษณะพื้นผิวของฟิล์มบาง Alq_3 จากการวัดด้วยกล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม เมื่อฟิล์มบางมีอุณหภูมิของฐานรองรับต่างกัน โดยมีความหนา 50 nm และอัตราการปลูกฟิล์ม 0.1 nm/s

ผลการทดลอง

อุณหภูมิของฐานรองรับ



ผลการวิเคราะห์ความขรุขระของฟิล์มบาง Alq_3 ซึ่งมีอุณหภูมิของฐานรองรับแตกต่างกัน โดยมีความหนา 50 nm และอัตราการปลูกฟิล์ม 0.1 nm/s

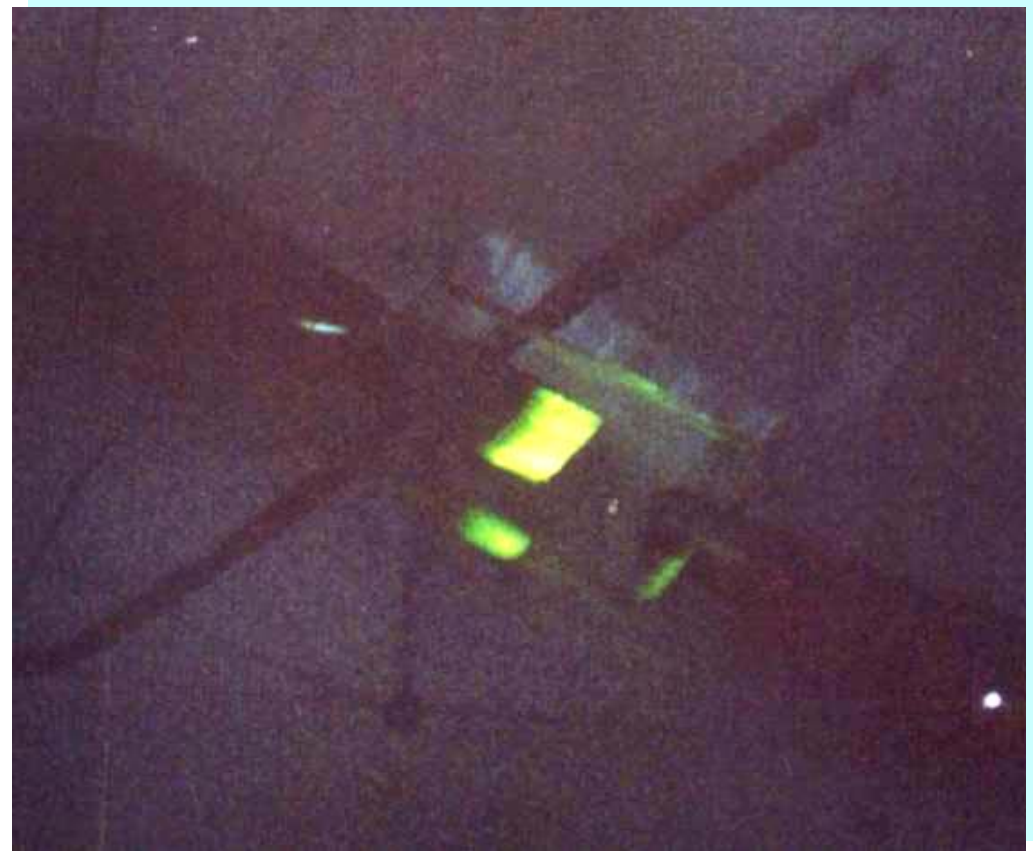
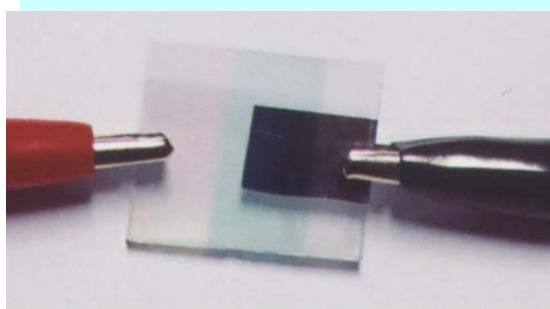
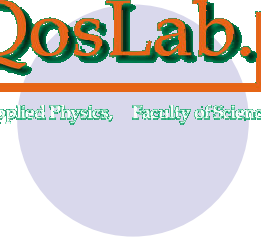
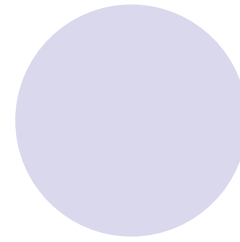
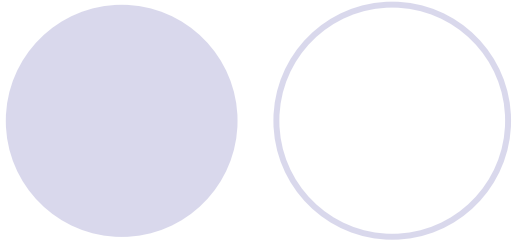


Alq_3

ความหนา 50 nm

อัตราการปลูกฟิล์ม 0.1 nm/s

อุณหภูมิของฐานรองรับที่อุณหภูมิห้อง



สรุปผลการทดลอง

- เงื่อนไขที่ทำให้ได้ฟิล์มบางที่มีความขรุขระน้อยที่สุด
 - อัตราการปลูกฟิล์ม **0.1** นาโนเมตรต่อวินาที
 - ความหนา **50** นาโนเมตร
 - อุณหภูมิของฐานรองรับที่อุณหภูมิห้อง