

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
พร้อมชุดวิเคราะห์ธาตุ เครื่องเคลือบผิวชิ้นงานให้นำไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบ ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง
ชลบุรี จังหวัดชลบุรี จำนวน 1 ชุด

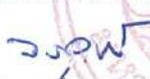
(1) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope: SEM) จำนวน 1 ชุด
รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

เป็นกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด สามารถทำงานได้ทั้งระบบสุญญากาศสูงและระบบสุญญากาศต่ำ (Variable Pressure) ซึ่งสามารถวิเคราะห์พื้นผิววัสดุได้ทั้งที่นำและไม่นำไฟฟ้า

1. แหล่งกำเนิดอิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดขดลวดทังสเตน (Tungsten filament) หรือดีกว่า
2. มีความสามารถในการแจกแจงรายละเอียด (Resolution) สำหรับตัวรับสัญญาณแต่ละประเภท ดังนี้
 - 2.1 ตัวรับสัญญาณอิเล็กตรอนทุติยภูมิ (Secondary Electron Detector) ที่ใช้งานในสถานะสุญญากาศสูง มีความสามารถในการแจกแจงรายละเอียดได้ดังนี้
 1. สามารถแจกแจงรายละเอียดได้ 3.0 นาโนเมตร ที่ 30 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ (keV) หรือดีกว่า
 2. สามารถแจกแจงรายละเอียดได้ 8.0 นาโนเมตร ที่ 3 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ (keV) หรือดีกว่า
 - 2.2 ตัวรับสัญญาณอิเล็กตรอนกระเจิงกลับ (Back Scattered Electron Detector) ที่ใช้งานในสถานะสุญญากาศต่ำ มีความสามารถแจกแจงรายละเอียดได้ 4.0 นาโนเมตร ที่ 30 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ (keV) หรือดีกว่า
3. มีตัวรับสัญญาณ (Detector) ดังนี้
 - 3.1 มีตัวรับสัญญาณอิเล็กตรอนทุติยภูมิ (Secondary Electron Detector) จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด
 - 3.2 มีตัวรับสัญญาณอิเล็กตรอนกระเจิงกลับ (Back Scattered Electron Detector) สามารถหมุนตัวรับสัญญาณเข้าออกได้ จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด
 - 3.3 มีตัววัดกระแสของ Probe current ซึ่งสามารถวัดได้ถึงระดับพิโกแอมป์ (pA) หรือดีกว่า
 - 3.4 มีระบบเตือนและหยุดการเคลื่อนที่ของฐานตัวอย่างเมื่อเคลื่อนตัวอย่างไปชนส่วนหนึ่งส่วนใดภายในห้องตัวอย่าง (Touch Alarm)
 - 3.5 มีกล้องซึ่งสามารถแสดงภาพภายในห้องตัวอย่าง
4. พลังงานของศักย์ไฟฟ้าเร่งอิเล็กตรอน (Accelerating Voltage) 300 อิเล็กตรอนโวลต์ (eV) ถึง 30 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ (keV) หรือ กว้างกว่า
5. สามารถปรับกำลังขยายได้ตั้งแต่ 6 เท่า ถึง 300,000 เท่า หรือกว้างกว่า
6. มีโหมดทำงานทั้งในระบบสุญญากาศสูงและสุญญากาศต่ำ (Variable Pressure) โดยมีรายละเอียดดังนี้


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐพล ชมแสง)
ผู้กำหนดคุณลักษณะ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนิสา คำสุข)
ผู้กำหนดคุณลักษณะ

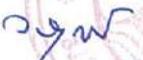

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรวุฒิ เมืองรัตน์)
ผู้กำหนดคุณลักษณะ



- 6.1 ที่ระบบสุญญากาศสูง ทำสุญญากาศได้ถึง 9×10^{-3} ปาสคาล หรือดีกว่า
- 6.2 ที่ระบบสุญญากาศต่ำ สามารถควบคุมความดันได้อยู่ในช่วง 10 ปาสคาล ถึง 500 ปาสคาล หรือกว้างกว่า
7. มีระบบปั๊มสำหรับทำสุญญากาศและมีอุปกรณ์ลดเสียงปั๊มสุญญากาศ (Silencer box) พร้อมระบบระบายความร้อนของปั๊มเพื่อไม่ก่อให้เกิดเสียงดังจนส่งผลกระทบต่อการทำงานของผู้ปฏิบัติการ
8. ห้องใส่ตัวอย่าง (Chamber)
 - 8.1 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในอย่างน้อย 230 มิลลิเมตร
 - 8.2 มีช่องสำหรับต่ออุปกรณ์อย่างน้อย 10 ช่อง
9. ฐานวางตัวอย่างภายใน (Chamber) สามารถเคลื่อนที่ในแบบ Eucentric หรือ Compucentric, Fully motorized โดยมีระยะเคลื่อนที่ในแกนต่างๆ ชั้นต่ำ ดังต่อไปนี้
 - 9.1 สามารถเคลื่อนแกน X ได้ระยะอย่างน้อย 80 มิลลิเมตร
 - 9.2 สามารถเคลื่อนแกน Y ได้ระยะอย่างน้อย 60 มิลลิเมตร
 - 9.3 สามารถเคลื่อนแกน Z ได้ระยะอย่างน้อย 50 มิลลิเมตร
 - 9.4 สามารถหมุนได้รอบ 360 องศาต่อเนื่อง
 - 9.5 สามารถเอียงตัวอย่างได้อย่างน้อยตั้งแต่ -10 องศา ถึง +80 องศา หรือกว้างกว่า
 - 9.6 สามารถใส่ตัวอย่างที่มีความสูงอย่างน้อย 50 มิลลิเมตร
10. มีชุดคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการทำงานและประมวลผลข้อมูลของเครื่อง SEM จำนวน 1 ชุด โดยมีคุณลักษณะขั้นต่ำดังนี้
 - 10.1 คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของเครื่องภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows10/64 Bits แบบมัลติซีพียู
 - 10.2 จอแสดงผลขนาดอย่างน้อย 32 นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง
 - 10.3 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ระดับ Intel Core i3 ความเร็ว 3.4 GHz หรือดีกว่า
 - 10.4 หน่วยความจำ (RAM) อย่างน้อย 8 GB
 - 10.5 ระบบปฏิบัติการติดตั้งบน Hard Disk ขนาดความจุอย่างน้อย 1 TB
 - 10.6 มี Keyboard และ Mouse จำนวน 1 ชุด
 - 10.7 มี Track ball จำนวน 1 ชุด
11. โปรแกรมสามารถบันทึกภาพได้ละเอียดสูงอย่างน้อย 16000 x 16000 pixels
12. โปรแกรมสามารถบันทึกข้อมูลภาพนิ่งเป็นไฟล์ดิจิทัลชนิด BMP, TIFF, JPEG, GIF, และ PNG ได้เป็นอย่างน้อย
13. โปรแกรมสามารถแสดงค่า Absorb current และ Spot size ขณะใช้งานได้
14. เครื่องมือทั้งหมดสามารถใช้ได้กับกระแสไฟฟ้าสลับ 220 โวลท์ 50 เฮิร์ตซ์ ได้โดยตรง


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐพล ชมแสง)
ผู้กำหนดคุณลักษณะ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนิสา คำสุข)
ผู้กำหนดคุณลักษณะ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรวิทย์ เมื่องรัตน์)
ผู้กำหนดคุณลักษณะ



15. อุปกรณ์ประกอบ ดังนี้

15.1 มี Tungsten cathode จำนวนอย่างน้อย 20 ชิ้น

15.2 มีวัสดุสิ้นเปลืองที่ใช้ในการบำรุงรักษาเครื่อง (Consumable Parts) จำนวน 1 ชุด

15.3 คู่มือการใช้งานกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและการบำรุงรักษาเครื่อง จำนวน 1 ชุด

15.4 ตู้ดูดความชื้นสำหรับการเก็บ Tungsten cathode และอุปกรณ์อื่น ๆ จำนวน 2 ตู้ ขนาดอย่างน้อย 60 ลิตร ควบคุมความชื้นได้ แสดงอุณหภูมิและความชื้นแบบดิจิทัล

16. มีโปรแกรมในการสร้างภาพ 3 มิติจากภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดสามารถวัดค่าความหยาบแบบโพรไฟล์ (Profile Roughness) และ วัดค่าความหยาบแบบพื้นที่ (Area Roughness) และความสูงต่ำของพื้นผิว (Depth profile) แบบอัตโนมัติ ซึ่งโปรแกรมนี้อาจใช้ร่วมกับ โปรแกรมของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดได้

(2) ตัวรับสัญญาณชุดวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอ็กซ์ (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy; EDS) จำนวน 1 ชุด รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

1. หัวตรวจรับสัญญาณที่มีพื้นที่รับสัญญาณอย่างน้อยกว่า 40 ตารางมิลลิเมตร ตัวตรวจวัดสัญญาณเป็นแบบ SDD (Silicon Drift Detector) หรือดีกว่า

2. มีระบบทำความเย็นชนิดไม่ต้องใช้ในโตรเจนเหลว (LN₂ free)

3. สามารถแจกแจงพลังงานได้ความละเอียด 127 อิเล็กตรอนโวลต์ (eV) หรือดีกว่า เมื่อทำการวัดด้วยธาตุ Manganese (Mn) ที่ระดับชั้นพลังงาน K-alpha

4. สามารถวิเคราะห์และระบุชนิดของธาตุได้อัตโนมัติตั้งแต่ธาตุเบริลเลียม (Be) ถึง ธาตุแคลิฟอร์เนียม (Cf) หรือกว้างกว่า

5. สามารถเก็บบันทึกข้อมูลทั้งในรูปแบบของภาพและข้อมูลสเปกตรัมได้

6. สามารถวิเคราะห์ในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพได้

7. สามารถวิเคราะห์สเปกตรัมของตัวอย่างได้ทั้งแบบจุด (Point) แบบเส้น (Line Scan) และแบบ Mapping

8. สามารถกำหนดสีที่แตกต่างกันของธาตุแต่ละชนิดได้ในการวิเคราะห์แบบ Mapping

9. มีเอกสารรับรองความสามารถการป้องกันรังสีจาก Detector ได้

10. มีชุดคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการทำงานและประมวลผลข้อมูลของ EDS จำนวน 1 ชุด

โดยมีคุณลักษณะขั้นต่ำดังนี้

10.1 คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของเครื่องภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows 10/64bits หรือดีกว่า แบบมีลิขสิทธิ์

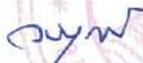
10.2 จอแสดงภาพขนาดอย่างน้อย 32 นิ้ว


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐพล ชมแสง)

ผู้กำหนดคุณลักษณะ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนิสา คำสุข)

ผู้กำหนดคุณลักษณะ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรวัฒน์ เมืองรัตน์)

ผู้กำหนดคุณลักษณะ



- 10.3 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ระดับ Intel core i5 ความเร็ว 3.4 GHz หรือดีกว่า
- 10.4 หน่วยความจำ (RAM) อย่างน้อย 16 GB
- 10.5 ระบบปฏิบัติการติดตั้งบน Hard Disk ขนาดความจุอย่างน้อย 1 TB
- 10.6 มี Keyboard และ Mouse จำนวน 1 ชุด
- 10.7 โปรแกรม Microsoft office เวอร์ชันล่าสุด มาพร้อมใช้งาน แบบมีลิขสิทธิ์
11. คู่มือการใช้งานชุดวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอ็กซ์ (Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy) จำนวน 1 ชุด

(3) เครื่องเคลือบผิวตัวอย่างให้นำไฟฟ้าในสถานะสุญญากาศสูง (High vacuum coater) จำนวน 1 ชุด รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

1. เป็นระบบ Plug-in สามารถถอดหัวเข้าและออกได้ง่าย
2. สามารถใช้กับวัสดุเคลือบ (Target) ชนิด Indium tin oxide (ITO) ได้
3. สามารถปรับค่า Process current ได้ถึง 100 mA หรือมากกว่า
4. แท่นวางตัวอย่าง จำนวน 1 ชุด
 - 4.1 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อย 80 มิลลิเมตร
 - 4.2 แท่นวางตัวอย่างสามารถเอียงได้อย่างน้อย 45 องศา
 - 4.3 สามารถปรับระดับความสูงของแท่นวางตัวอย่างได้ตั้งแต่ 30 มิลลิเมตร ถึง 90 มิลลิเมตร

หรือกว้างกว่า

- 4.4 สามารถปรับระดับความสูงของแท่นวางตัวอย่างได้
- 4.5 มีตัววัดความหนาที่ตำแหน่งกึ่งกลางหรือใกล้ขอบของแท่นวางตัวอย่าง
5. การควบคุมการทำงานของเครื่อง
 - 5.1 หน้าจอแสดงผลระบบสัมผัส (Touch screen)
 - 5.2 สามารถสั่งเปิดปิดการทำงานของปั๊มได้
 - 5.3 สามารถควบคุมและกำหนดความหนาตั้งแต่ 1-100

นาโนเมตรหรือกว้างกว่าในการเคลือบผิวตัวอย่างได้ และสามารถแสดงความหนาในระหว่างการเคลือบได้

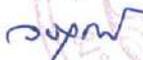
- 5.4 สามารถตั้งค่ารูปแบบการใช้งานเฉพาะและเรียกใช้ซ้ำได้
- 5.5 สามารถสั่งงานตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการเคลือบผิวได้อย่างอัตโนมัติ
- 5.6 สามารถบันทึกเงื่อนไขของการเคลือบผิวตัวอย่าง และสามารถเรียกใช้งานภายหลังได้
6. ระบบปั๊มสุญญากาศ ประกอบด้วย Turbomolecular pump และ Membrane pump
7. ระบบปั๊มทั้งหมด เป็นระบบปั๊มที่ไม่ใช้น้ำมัน (Oil Free Pump)
8. สามารถควบคุมสุญญากาศสูงได้ถึง 2×10^{-6} มิลลิบาร์ หรือดีกว่า


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิฐพล ชมแสง)

ผู้กำหนดคุณลักษณะ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนิสา คำสุข)

ผู้กำหนดคุณลักษณะ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรวิมล เมืองรัตน์)

ผู้กำหนดคุณลักษณะ



9. สามารถทำความสะอาดตัวอย่าง ด้วย Plasma aging cleaner

10. สามารถใช้ได้กับกระแสไฟฟ้าสลับ 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์

11. อุปกรณ์ประกอบ

11.1 Sputter target Platinum/Palladium (80/20) จำนวน 1 ชิ้น ความหนาอย่างน้อย 0.1 มิลลิเมตร

11.2 Sputter target Gold (Au) บริสุทธิ์อย่างน้อย 99.99% จำนวน 1 ชิ้น ความหนาอย่างน้อย 0.1 มิลลิเมตร

11.3 Sputter target Indium Tin Oxide (ITO 90/10) จำนวน 1 ชิ้น ความหนาอย่างน้อย 3 มิลลิเมตร

11.4 ตัวครอบห้องตัวอย่างทำจากแก้ว (Glass chamber) จำนวน 3 ชิ้น

11.5 ถังอาร์กอน (Ar) ความบริสุทธิ์ 99.99% ขนาด 6 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 1 ชุด พร้อมเกจอ่านและปรับแรงดัน (Regulator gauge) และชุดยึดถัง

11.6 เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) จำนวน 1 เครื่อง

11.6.1 ขนาดไม่น้อยกว่า 2000 VA / 1800 watts

11.6.2 เป็นชนิด Online Double Conversion

11.6.3 สามารถแสดงเวลาที่สำรองไฟ และสถานะไฟที่จ่ายของตัวเครื่องได้

11.6.4 สามารถควบคุมกระแสไฟฟ้าให้สม่ำเสมอและคงที่ 220 โวลต์ $\pm 1\%$

12. คู่มือการใช้งานเคลือบผิวชิ้นงานให้นำไฟฟ้าในสภาวะสุญญากาศสูง (High vacuum coater) จำนวน 1 ชุด

(4) อุปกรณ์ประกอบ

1. โต๊ะสำหรับใช้ในการปฏิบัติงาน สำหรับชุดกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด จำนวน 1 ชุด พร้อมชุดวิเคราะห์ธาตุ

2. แก้ว มีพนักงานปรับสูงต่ำได้ จำนวน 2 ตัว

3. เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) จำนวน 1 เครื่อง

3.1 ขนาดไม่น้อยกว่า 6000 VA / 5400 watts

3.2 เป็นชนิด Online Double Conversion

3.3 สามารถแสดงเวลาที่สำรองไฟ และสถานะไฟที่จ่ายของตัวเครื่องได้

3.4 สามารถควบคุมกระแสไฟฟ้าให้สม่ำเสมอและคงที่ 220 โวลต์ $\pm 1\%$

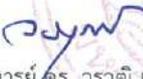
4. เครื่องควบคุมความชื้นในอากาศ (Dehumidifier) จำนวน 1 เครื่อง ขนาดอย่างน้อย 55 ลิตรต่อวัน

5. ตู้อบวิจัย จำนวน 1 เครื่อง

5.1 ขนาดความจุอย่างน้อย 20 ลิตร


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐพล ชมแสง)
ผู้กำหนดคุณลักษณะ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนิสา คำสุข)
ผู้กำหนดคุณลักษณะ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรวิทย์ เมืองรัตน์)
ผู้กำหนดคุณลักษณะ



- 5.2 สามารถทำอุณหภูมิได้อย่างน้อย 250 องศา
- 5.3 อัตราการคลาดเคลื่อน 1 องศา
- 5.4 วัสดุภายในห้องอบทำจากสแตนเลส
6. ถังไนโตรเจนพร้อมวาล์วควบคุมแรงดัน จำนวน 1 ชุด พร้อมชุดยึดถัง
7. ปัมลมพร้อมวาล์วควบคุมแรงดัน จำนวน 1 ชุด
8. ชุดวัสดุอุปกรณ์สำหรับใช้ในการทำงานตัวอย่างสำหรับ SEM
 - 8.1 แท่นวางตัวอย่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อย 12 มิลลิเมตร จำนวน 50 อัน
 - 8.2 แท่นเสริมสำหรับวางแท่นวางตัวอย่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อย 12 มิลลิเมตร จำนวน 1 อัน
 - 8.3 แท่นวางตัวอย่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อย 50 มิลลิเมตร จำนวน 1 อัน
 - 8.4 เทปคาร์บอน ขนาดอย่างน้อย 8 มิลลิเมตร ยาว 20 เมตร จำนวน 1 ม้วน
 - 8.5 เทปทองแดง ขนาดอย่างน้อย 6 มิลลิเมตร ยาว 16 เมตร จำนวน 1 ม้วน
 - 8.6 แผ่นคาร์บอนสำหรับแท่นวางตัวอย่างขนาด อย่างน้อย 12.7 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น
 - 8.7 ที่คีบตัวอย่างแบบปลายโค้งวงกลม สำหรับคีบแท่นวางตัวอย่าง จำนวน 2 อัน
 - 8.8 ผ้าเช็ดชิ้นงาน (Wiper) ขนาด 9 นิ้ว x 9 นิ้ว จำนวน 2 แผ่น
 - 8.9 ถุงมือยางชนิดไม่มีแป้ง (100 ชิ้น/กล่อง) จำนวน 2 กล่อง
9. โทรทศน์ขนาดอย่างน้อย 55 นิ้วพร้อมขาตั้งแบบมีล้อเคลื่อนที่ได้ จำนวน 1 ชุด
10. เครื่องพิมพ์แบบฉีดหมึกพร้อมติดตั้งถังหมึกพิมพ์ (Ink Tank) จำนวน 1 เครื่อง
 - 10.1 เป็นเครื่องพิมพ์แบบฉีดหมึกพร้อมติดตั้งถังหมึกพิมพ์ (Ink Tank) จากโรงงานผู้ผลิต
 - 10.2 มีความละเอียดในการพิมพ์ไม่น้อยกว่า 1200 x 6000 dpi
 - 10.3 สามารถสั่งพิมพ์ด้วยการเชื่อมต่อแบบไร้สายได้
 - 10.4 มีความเร็วในการพิมพ์ร่างขาวดำไม่น้อยกว่า 28 หน้าต่อนาที
 - 10.5 มีความเร็วในการพิมพ์ร่างสีไม่น้อยกว่า 11 หน้าต่อนาที
 - 10.6 สามารถพิมพ์ สแกน และ ถ่ายเอกสารได้

(5) การปรับปรุงห้องสำหรับติดตั้งชุดกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด ให้พร้อมติดตั้งเครื่องรวมถึงการกันห้องดังนี้

1. กันห้องด้วยอะลูมิเนียมหนา 1.2 มิลลิเมตร สีเทาเงิน ด้านล่างเป็นลอนลูกฟูก ด้านบนเป็นกระจกหนา 1.5 มิลลิเมตร (ตามแบบแนบท้าย) กว้าง 6.5 เมตร สูง 2.7 เมตร โดยแบ่งช่องมาทำเป็นประตูบานเลื่อนนอกกว้าง 1.2

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐพล ชมแสง)
ผู้กำหนดคุณลักษณะ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนิสา คำสุข)
ผู้กำหนดคุณลักษณะ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรวุฒิ เมืองรัตน์)
ผู้กำหนดคุณลักษณะ



เมตร สูง 2.7 เมตร และกันฝั่งเสาชนกำแพงอีกแผง ขนาด 2.35 เมตร สูง 2.7 เมตร ด้านล่างเป็นลอนลูกฟูก
ด้านบนเป็นกระจกหนา 1.5 มิลลิเมตร

2. เต้าปลั๊กไฟ ตามจุดที่มีการติดตั้งเครื่องในห้องเตรียมตัวอย่าง จำนวนอย่างน้อย 7 จุด
3. อุปกรณ์ประกอบการใช้งาน
 - 3.1 ติดตั้งอุปกรณ์ตัดไฟ (Circuit Breaker) จำนวน 1 จุด
 - 3.2 ติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิง จำนวน 1 ชุด
 - 3.3 มีโต๊ะสำหรับการปฏิบัติงาน จำนวน 1 ตัว
 - 3.3.1 โต๊ะสามารถทนกรดและด่างได้
 - 3.3.2 มีขนาดอย่างน้อย ดังนี้ 1200 มิลลิเมตร x 750 มิลลิเมตร x 800 มิลลิเมตร (กว้าง x ยาว x สูง)
4. อ่างล้างภาชนะชนิดเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel) หรือวัสดุทนต่อการกัดกร่อนได้ดีกว่า จำนวน 1 ชุด
5. ติดตั้งระบบน้ำประปา และ น้ำทิ้ง
6. การย้ายเครื่องปรับอากาศ

(6) การรับประกันสินค้า

อุปกรณ์ทุกชิ้น ต้องมีการรับประกันอย่างน้อย 1 ปี

อุปกรณ์ทุกชิ้น ต้องมีการรับประกันอย่างน้อย 1 ปี ได้แก่ เครื่องดังต่อไปนี้

1. ชุดกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM)
2. ชุดตัวรับสัญญาณชุดวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอ็กซ์ (EDS)
3. เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS)
4. เครื่องเคลือบผิวตัวอย่างให้นำไฟฟ้าในสภาวะสุญญากาศสูง (High vacuum coater)
5. เครื่องควบคุมความชื้นในอากาศ (Dehumidifier)
6. ตู้อบชิ้นงาน
7. ตู้ดูดความชื้น
8. คอมพิวเตอร์

(7) การฝึกอบรมการใช้งานขั้นพื้นฐาน

1. การฝึกอบรมขั้นพื้นฐาน (Basic training) ณ สถานที่ติดตั้งตัวเครื่อง เป็นเวลาอย่างน้อย 5 วัน

- 1.1 การฝึกอบรมการใช้งาน SEM (SEM operation training) อย่างน้อยเป็นเวลา 3 วัน

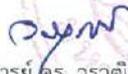
- 1.1.1 หัวข้อการฝึกอบรม ตามหัวข้อดังนี้

· Fundamental of Scanning Electron Microscope (SEM)

· Basic operation of SEM


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐพล ชมแสง)
ผู้กำหนดคุณลักษณะ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนิสา คำสุข)
ผู้กำหนดคุณลักษณะ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรวุฒิ เมืองรัตน์)
ผู้กำหนดคุณลักษณะ



1.2 การฝึกอบรมการใช้งาน EDS (EDS operation training) อย่างน้อยเป็นเวลา 2 วัน

1.2.1 หัวข้อการฝึกอบรม ตามหัวข้อดังนี้

- Fundamental of Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDS)
- Basic operation of EDS

1.3 การจัดอบรมแก่บุคคลทั่วไป โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ทางบริษัทผู้ขายเครื่องจะต้องจัดสัมมนาเพื่อให้ความรู้และสาธิตการใช้งานกล้อง

จุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด และชุดวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอ็กซ์ ณ สถานที่ที่มีการติดตั้งเครื่อง
แก่บุคคลทั่วไป และบุคคลที่สนใจ

**หมายเหตุ การฝึกอบรม จะจัดฝึกอบรม ณ สถานที่ที่ติดตั้งตัวเครื่อง ตามระยะเวลาที่กำหนดหรือจนกว่าจะสามารถใช้งานพื้นฐานได้ ในส่วนค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรม ทางบริษัทจะต้องผู้เป็นรับผิดชอบทั้งหมด

(8) มาตรฐานการให้บริการหลังการขายและการรับประกัน

1. ในระยะประกัน หากสิ่งหนึ่งสิ่งใดของเครื่องมือเกิดขัดข้องตามปกติวิสัยของการใช้งาน บริษัทจะต้องทำการเปลี่ยนให้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย
2. บริษัทผู้ขายต้องบริการตรวจสอบและบำรุงรักษาชุดกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พร้อมชุดวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอ็กซ์ ปีละ 2 ครั้ง ในระยะเวลาอย่างน้อย 2 ปี รวมทั้งสิ้นอย่างน้อย 4 ครั้ง นับจากวันติดตั้ง โดยบริษัทจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด
3. บริษัทต้องมีเอกสารการแต่งตั้งการเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิต
4. ผู้ขายต้องมีเจ้าหน้าที่ ช่างานูที่สามารถให้คำปรึกษาและแนะนำการแก้ไขปัญหาผ่านระบบวีดิโอคอนเฟอร์เรนซ์ หรือออนไลน์ หรือโทรศัพท์ภายในเวลาไม่เกิน 24 ชั่วโมง หรือเรียกเข้ามาตรวจสอบเครื่องได้ภายในเวลาไม่เกิน 3 วัน โดยไม่จำกัดจำนวนครั้ง ในระยะเวลา 2 ปี นับจากวันติดตั้ง
5. บริษัทต้องมีช่างผู้เชี่ยวชาญและมีประสบการณ์ซ่อมบำรุงกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดอย่างน้อย 10 ปี โดยผ่านการฝึกอบรมจากผู้ผลิต พร้อมเอกสารใบรับรองการฝึกอบรม
6. บริษัทผู้ผลิตกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ต้องได้รับการรับรองตามมาตรฐานสากล ISO 9001 หรือเทียบเท่า

(9) ระยะเวลาการส่งมอบเครื่องมือภายใน 180 วัน



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐพล ชมแสง)
ผู้กำหนดคุณลักษณะ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนิสา คำสุข)
ผู้กำหนดคุณลักษณะ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรวิทย์ เมืองรัตน์)
ผู้กำหนดคุณลักษณะ