

ขอบเขตของงาน (Term of Reference: TOR) และคุณลักษณะเฉพาะ
เครื่องสร้างลายด้วยลำอิเล็กตรอนโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
จำนวน 1 ชุด

1. ความเป็นมา

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ดำเนินการจัดทำครุภัณฑ์สำหรับห้องปฏิบัติการ “โครงการการพัฒนาห้องปฏิบัติการนาโนลิโธกราฟี” สำหรับสนับสนุนการให้บริการแสงซินโครตรอนแก่ผู้ใช้บริการภาครัฐ และตอบโจทยงานวิจัยในการปรับปรุงกระบวนการผลิตหรือพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ให้แก่ภาคอุตสาหกรรม อีกทั้งสนับสนุนงานวิจัยเพื่อตอบโจทยแก่สังคม โดยการจัดทำ เครื่องสร้างลายด้วยลำอิเล็กตรอนโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด จำนวน 1 ชุด เป็นเครื่องสร้างลายด้วยลำอิเล็กตรอนโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ที่สามารถสร้างลายระดับนาโนเมตรพร้อมทั้งถ่ายภาพตัวอย่างในระดับนาโนเมตรได้

2. วัตถุประสงค์

- 2.1. เพื่อเป็นเครื่องสร้างลายระดับนาโนเมตรด้วยลำอิเล็กตรอน โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เพิ่มเติมในการสนับสนุนการให้บริการแสงซินโครตรอนแก่ผู้ใช้บริการจากหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน ให้สามารถตอบโจทยงานวิจัยได้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
- 2.2. เพื่อเป็นกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดในการรับงานบริการถ่ายภาพตัวอย่าง
- 2.3. เพื่อเป็นกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดในการสนับสนุนงานวิจัยเพื่อตอบโจทยแก่สังคม

3. รายละเอียดเฉพาะของครุภัณฑ์

3.1. คุณลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องสร้างลายด้วยลำอิเล็กตรอนโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เพื่อใช้ในการสร้างลวดลายบนพื้นผิวของตัวอย่าง และสามารถถ่ายภาพตัวอย่างด้านชีวภาพและด้านวัสดุศาสตร์ในระดับนาโนเมตร ได้หลากหลายประเภท

3.2 คุณลักษณะเฉพาะทางเทคนิค

ก. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

เป็นกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแบบช็อตฟิลด์อิมิชชันที่สามารถแจกแจงรายละเอียดสูง สามารถทำงานได้ทั้งระบบสุญญากาศสูง หรือระบบสุญญากาศต่ำได้

1. แหล่งกำเนิดอิเล็กตรอนแบบช็อตฟิลด์อิมิชชัน (Schottky Field Emission Source)
2. มีความสามารถในการแยกชัด (Resolution) สำหรับตัวรับสัญญาณแต่ละประเภท ดังนี้
 - 2.1 ตัวรับสัญญาณอิเล็กตรอนทุติยภูมิแบบติดตั้งภายในคอลัมน์ (Secondary electron, SE) ใช้งานในสภาวะสุญญากาศสูง มีความสามารถในการแยกชัดได้ดังนี้
 - 2.1.1 สามารถในการแยกชัดได้ 1.2 นาโนเมตร ที่ 15 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ หรือดีกว่า
 - 2.1.2 สามารถในการแยกชัดได้ 3.5 นาโนเมตร ที่ 1 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ หรือดีกว่า
 - 2.2 ตัวรับสัญญาณอิเล็กตรอนทุติยภูมิแบบที่ติดตั้งภายในคอลัมน์ เมื่อใช้งานร่วมกับระบบชะลอลำอิเล็กตรอน (Beam Deceleration) ใช้งานในสภาวะสุญญากาศสูง ความสามารถในการแยกชัดได้ 1.8 นาโนเมตร ที่ 1 กิโลโวลต์ หรือดีกว่า

- 2.3 ตัวรับสัญญาณอิเล็กตรอนทุติยภูมิ (Secondary electron, SE) ใช้งานในสภาวะสุญญากาศต่ำมี
ความสามารถในการแยกชัดได้ดังนี้ ความสามารถในการแยกชัดได้ 3.0 นาโนเมตร หรือดีกว่าที่ 3 กิโล
อิเล็กตรอนโวลต์
3. กำลังขยาย 800000 เท่า หรือดีกว่า
4. พลังงานของศักย์ไฟฟ้าเร่งอิเล็กตรอน (Accelerating Voltage) อยู่ในช่วง 200 อิเล็กตรอนโวลต์ ถึง 30 กิโล
อิเล็กตรอนโวลต์ หรือกว้างกว่า
5. มีกระแสของลำอิเล็กตรอน (Probe current) ได้สูงถึง 2 พิโกแอมแปร์ ถึง 200 นาโนแอมแปร์ หรือกว้างกว่า
6. การทำงานในส่วนต่างๆ ที่ทำสุญญากาศ ที่สามารถทำสุญญากาศได้ดังนี้
 - 6.1 ในห้องตัวอย่าง (Chamber vacuum) ได้ 9×10^{-3} ปาสคาล หรือสภาวะสุญญากาศที่สูงกว่า
 - 6.2 ในห้องแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอน (Gun vacuum) ได้ 3×10^{-7} ปาสคาล หรือสภาวะสุญญากาศที่สูงกว่า
7. ห้องใส่ตัวอย่าง (Chamber)
 - 7.1 มีขนาดภายใน 230 มิลลิเมตร หรือกว้างกว่า
 - 7.2 มีช่องสำหรับต่ออุปกรณ์เสริม 11 ช่อง หรือมากกว่า
8. ฐานวางตัวอย่างภายในห้องใส่ตัวอย่างสามารถเคลื่อนที่แบบ Compucentric Fully motorized หรือ แบบ
Eucentric goniometer stage 5-axes motorized โดยมีระยะเคลื่อนที่ในแกนต่างๆดังนี้
 - 8.1 แกน X = 80 มิลลิเมตร (± 40 มิลลิเมตร) หรือกว้างกว่า
 - 8.2 แกน Y = 60 มิลลิเมตร (± 30 มิลลิเมตร) หรือกว้างกว่า
 - 8.3 แกน Z = 47 มิลลิเมตร หรือมากกว่า
 - 8.4 สามารถหมุนได้ 360 องศา
 - 8.5 สามารถเอียงตัวอย่างได้ 80 องศา หรือกว้างกว่า
9. ตัวรับสัญญาณ
 - 9.1 มีตัวรับสัญญาณอิเล็กตรอนทุติยภูมิ (Secondary Electron, SE) 1 ชุด
 - 9.2 มีตัวรับสัญญาณอิเล็กตรอนแบบกระเจิงกลับ (Back Scattered Electron, BSE) 1 ชุด
 - 9.3 มีตัวรับสัญญาณอิเล็กตรอนทุติยภูมิ แบบติดตั้งภายใน Column 1 ชุด
 - 9.4 มีตัวรับสัญญาณอิเล็กตรอนแบบกระเจิงกลับแบบติดตั้งใน Column 1 ชุด
 - 9.5 มีตัวรับสัญญาณอิเล็กตรอนทุติยภูมิในสภาวะสุญญากาศต่ำ 1 ชุด
 - 9.6 มีระบบชะลอลำอิเล็กตรอน (Beam Deceleration Technology) เพื่อใช้ในการถ่ายภาพที่กำลังขยาย
สูงที่พลังงานลำอิเล็กตรอนต่ำ
 - 9.7 มีตัววัดกระแสของ Probe current ซึ่งสามารถวัดได้น้อยถึงระดับพิโกแอมแปร์ (pA Meter)
 - 9.8 มีระบบเตือนและหยุดการเคลื่อนที่ของฐานตัวอย่าง เมื่อเคลื่อนตัวอย่างไปชนส่วนหนึ่งส่วนใดภายในห้อง
ใส่ตัวอย่าง (Touch Alarm)
 - 9.9 มีกล้องอินฟราเรด ที่สามารถแสดงภาพภายในห้องใส่ตัวอย่างระหว่างทำงานในระบบสุญญากาศสูง และ
ต่ำได้ โดยแสดงภาพในโปรแกรมเดียวกันกับโปรแกรมควบคุมเครื่อง

10. มีชุดคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการทำงานและประมวลผลของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน จำนวน 1 ชุด ที่มีคุณสมบัติไม่น้อยกว่า หรือดีกว่า ดังนี้
 - 10.1 ระบบปฏิบัติการ Windows 7 พร้อมใบรับรองลิขสิทธิ์
 - 10.2 จอแสดงผลภาพ LED ขนาด 24 นิ้ว
 - 10.3 หน่วยประมวลผลกลาง CPU ระดับ Intel i3-4160 Dual Core 3.6 GHz
 - 10.4 หน่วยความจำ RAM 8 GB
 - 10.5 Hard Disk ขนาดความจุรวม 1 TB
 - 10.6 มี Keyboard และ Mouse
 - 10.7 สามารถบันทึกภาพเป็นไฟล์ดิจิทัลในรูปแบบต่างๆได้ เช่น BMP, TIFF, JPEG
11. มีตัวเบี่ยงเบนลำอิเล็กตรอนให้ว่าง (Beam Blanker)
12. มีระบบกันสั่นสะเทือนแบบ Active vibration isolation
13. มีระบบทำความสะอาดแบบพลาสมาติดตั้งในห้องตัวอย่าง ที่สามารถทำความสะอาดผิวชิ้นงานและห้องตัวอย่างได้
14. วาล์วควบคุมแรงดัน สำหรับต่อกับถังแก๊สไนโตรเจน จำนวน 1 ชุด
15. ปั๊มลม (Air compressor) จำนวน 1 เครื่อง
16. อุปกรณ์ครอบลดเสียงปั๊มสุญญากาศ (Oil Free Pump) พร้อมระบบระบายความร้อนของปั๊ม

ข. ชุดสร้างลายด้วยลำอิเล็กตรอน (Electron Beam Lithography)

1. เป็นโปรแกรมการทำงานเต็มรูปแบบที่ติดตั้งบนคอมพิวเตอร์เดียวกันกับของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน หรืออาจจะติดตั้งบนคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นก็ได้
2. เครื่องสร้างลายแบบดิจิทัลที่ 16 bit DAC
3. สามารถควบคุม Spot size, Probe current, และ Beam Blanker ได้
4. สามารถทำ Multi Layers ได้
5. สามารถ นำเข้าไฟล์ GDSII และ DXF ได้
6. สามารถทำการออกแบบสเตปการทำงานอัตโนมัติในการสร้างลายได้
7. สามารถปรับตำแหน่งการสร้างลายอัตโนมัติ
8. สามารถสร้างลายได้หลาย Field และต่อเนื่องกันได้
9. มีแท่นจับตัวอย่างเฉพาะสำหรับการสร้างลาย 20x20 มิลลิเมตร หรือใหญ่กว่า
10. มี Faraday cup สำหรับวัดกระแสได้อย่างแม่นยำ
11. มีตัวอย่างชิ้นงาน Si substrate + PMMA
12. มีตัวอย่าง Latex spheres
13. มีตัวอย่างสำหรับแจกแจงรายละเอียดภาพ
14. ความละเอียดของลวดลายที่สร้างบนชิ้นงานได้ดังต่อไปนี้

- 14.1 สร้างลวดลายบนพอลิเมอร์โวลแฟก PMMA ที่มีความหนาน้อยหรือเท่ากับ 70 นาโนเมตร
- 14.2 สร้างลวดลายที่เป็นเส้นตรงที่มีความกว้างได้อย่างน้อยหรือเท่ากับ 100 นาโนเมตร
- 14.3 สร้างลวดลายเป็นจุดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางได้อย่างน้อยหรือเท่ากับ 100 นาโนเมตร
- 14.4 สามารถสร้างลวดลายด้วยความเร็ว 100 ns/pixel หรือเร็วกว่า
- 14.5 สามารถสร้างลวดลายต่อเนื่องได้ในพื้นที่อย่างน้อยหรือเท่ากับ 1 เซนติเมตร x 1 เซนติเมตร
15. ในกรณีที่ไม่สามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในข้อ ก.(10) เพื่อควบคุมการทำงานชุดสร้างลายด้วยลำอิเล็กตรอนได้ ให้สามารถมีเครื่องคอมพิวเตอร์เพิ่มเติมได้ โดยมีคุณสมบัติ หรือดีกว่า ดังนี้
 - 15.1 ระบบปฏิบัติการ Windows 7 พร้อมใบรับรองลิขสิทธิ์
 - 15.2 จอแสดงผลภาพ LED ขนาด 24 นิ้ว
 - 15.3 หน่วยประมวลผลกลาง CPU 3.3 GHz
 - 15.4 หน่วยความจำ RAM 8 GB
 - 15.5 Hard Disk ขนาดความจุรวม 1 TB
 - 15.6 Keyboard และ Mouse
16. ชุดคอมพิวเตอร์สำหรับถ่ายโอนข้อมูล และใช้ในการออกแบบวาดลาย จำนวน 1 ชุด โดยมีคุณสมบัติ หรือดีกว่า ดังนี้
 - 16.1 ระบบปฏิบัติการ Windows 7 พร้อมใบรับรองลิขสิทธิ์
 - 16.2 จอแสดงผลภาพ LED ขนาด 24 นิ้ว
 - 16.3 หน่วยประมวลผลกลาง CPU 3.3 GHz
 - 16.4 หน่วยความจำ RAM 8 GB
 - 16.5 Hard Disk ขนาดความจุรวม 1 TB
 - 16.6 มี Keyboard และ Mouse
17. เครื่องควบคุมแรงดันไฟฟ้าพร้อมระบบสำรองไฟ (UPS) จำนวน 1 ชุด เป็นระบบสำรองไฟฟ้าแบบ True on-line ขนาดไม่ต่ำกว่า 4 กิโลวัตต์ หรือมากกว่า สามารถสำรองไฟฟ้าให้กับระบบทั้งหมดได้ไม่ต่ำกว่า 30 นาที
18. โต๊ะสำหรับวางชุดคอมพิวเตอร์ (PC) จำนวน 1 ตัวและเก้าอี้ จำนวน 2 ตัว
19. เป็นผลิตภัณฑ์จากโรงงานที่ได้รับรอง มาตรฐาน ISO หรือมาตรฐานอื่นๆ ที่เทียบเท่าหรือดีกว่า 9001

4. เงื่อนไขในการติดตั้งและบริการ

1. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีหนังสือรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิต เพื่อการบริการหลังการขายที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ที่จำหน่ายเครื่องมือประเภทนี้มาไม่น้อยกว่า 5 ปี เพื่อความเชื่อมั่นในเรื่องการให้บริการหลังการขายที่มีประสิทธิภาพ โดยแนบหลักฐานมาพร้อมเอกสารในการยื่นขอ
2. ผู้ขายต้องฝึกอบรมการใช้งาน การบำรุงรักษา และซ่อมบำรุงเครื่องเบื้องต้น ให้แก่เจ้าหน้าที่ ให้สามารถใช้เครื่องได้อย่างมีประสิทธิภาพอย่างน้อย 3 วัน และอบรมการสร้างลายด้วยลำอิเล็กตรอน (Electron Beam Lithography) อย่างน้อย 3 วัน โดยผู้เชี่ยวชาญ หากมีค่าใช้จ่ายในการเดินทางให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้ขายทั้งหมด

เอกสารแนบท้ายจากคันเรือ

3. ผู้ขายต้องบริการตรวจสอบบำรุงและสอบเทียบเครื่องมือ (Preventive Maintenance and Calibration) พร้อมอะไหล่ที่ใช้สำหรับการซ่อมบำรุง เป็นประจำอย่างน้อยทุก 6 เดือนเป็นระยะเวลาติดต่อกันนาน 1 ปี รวมทั้งสิ้น 2 ครั้ง นับจากวันตรวจรับเรียบร้อยแล้วโดยไม่คิดมูลค่า จากเจ้าหน้าที่ของบริษัทที่ผ่านการอบรมพร้อมทั้งแสดงใบรับรองการ
 4. รับประกันเครื่อง ในระยะเวลาอย่างน้อย 1 ปี ในทุกชิ้นส่วน พร้อมบริการซ่อมแซมรวมอะไหล่ โดยมีหนังสือรับรองก่อนการส่งมอบเครื่อง
 5. ผู้ขายต้องส่งมอบ คู่มือการใช้งาน การบำรุงรักษาเครื่องมือและการตรวจสอบเครื่องมือ ภาษาอังกฤษ อย่างน้อย 1 ชุด และจัดทำคู่มือวิธีการใช้อย่างง่ายภาษาไทยพร้อมเข้ารูปล่มให้สะดวกต่อการใช้งาน จำนวน 2 ชุด พร้อมคู่มือวิธีการใช้อย่างง่ายในรูปแบบไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ 1 ชุด
 6. มีอะไหล่บริการหลังจากเครื่องรุ่นนี้ยกเลิกการผลิตไม่น้อยกว่า 5 ปี
 7. ระหว่างรับประกัน ในกรณีที่แผงวงจรเสียหาย ผู้ขายต้องทำการเปลี่ยนแผงวงจรให้ใหม่ โดยผู้ซื้อจะไม่ยอมรับการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ตัวที่เสีย
 8. ผู้ขายต้องส่งช่างให้เดินทางมาทำการตรวจสอบที่สถาบันฯ ภายใน 7 วันทำการภายหลังจากได้รับแจ้งซ่อม
 9. หากมีการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ควบคุมการทำงานของเครื่อง ผู้ขายจะต้องรับผิดชอบดำเนินการติดตั้งเพิ่มเติมให้โดยไม่คิดมูลค่า
 10. ส่งมอบสินค้าภายใน 150 วัน
5. วงเงินในการจัดหา
- เครื่องสร้างลายด้วยลำโเล็กตรอนโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด จำนวน 1 ชุด เป็นเงินรวมทั้งสิ้น 10,000,000.00 (สิบล้านบาทถ้วน)

