



คู่มือปฏิบัติงาน

เรื่อง

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดตั้งโต๊ะ (SEM)
รุ่น Phenom Pharos ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1

จัดทำโดย

นางสุภาพ วุฒิพันธุ์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

คู่มือปฏิบัติงาน

เรื่อง

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดตั้งโต๊ะ (SEM)
รุ่น Phenom Pharos ปรับปรุงครั้งที่ 1

จัดทำโดย

นางสุภาพ วุฒิพันธุ์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่ กันยายน พ.ศ. 2567

คำนำ

การใช้งานกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดตั้งโต๊ะ (SEM) รุ่น Phenom Pharos เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูง ถึง 1,000,000 เท่า สามารถใช้ศึกษาวัตถุที่มีขนาดเล็กได้ถึงระดับนาโนเมตร ทำให้สามารถศึกษาวัตถุที่มีขนาดเล็กมากเช่น ไวรัส หรืออนุภาคของสารประกอบ รวมถึงสามารถตรวจสอบความผิดปกติของอุปกรณ์ขนาดเล็กๆ เช่น ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ได้ ซึ่งฝ่ายเครื่องมือฯ มีกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน 2 ชนิดคือ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์เชิงอุตสาหกรรม(ฟิสิกส์) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จึงได้จัดซื้อการใช้งานกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดตั้งโต๊ะ (SEM) รุ่น Phenom Pharos โดยมีวัตถุประสงค์ให้นักศึกษา อาจารย์ได้ศึกษาวัตถุที่มีขนาดเล็กระดับนาโนเมตร ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาวิจัยด้านวัสดุศาสตร์ เพื่อผลิตชิ้นงาน และเพื่อประโยชน์งานด้านบริการวิชาการแก่สังคมได้ในอนาคต

เพื่อเป็นการส่งเสริมให้การใช้งานกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดตั้งโต๊ะ (SEM) รุ่น Phenom Pharos ได้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และความถูกต้อง จึงได้จัดทำคู่มือปฏิบัติงานดังกล่าวนี้ขึ้น

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความรู้และให้คำแนะนำด้วยดีมาตลอดในการจัดทำคู่มือปฏิบัติงานหลักและขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จังหวัดสงขลา เป็นอย่างยิ่งที่สนับสนุนและส่งเสริมให้มีการจัดทำคู่มือปฏิบัติงานหลักเล่มนี้ขึ้นมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้อำนวยการสำนักงานอธิการบดี คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อาจารย์ทุกท่านและเพื่อนร่วมงานทุกคนที่เป็นกำลังใจให้จัดทำคู่มือปฏิบัติงานหลักเล่มนี้เสร็จสิ้นลงได้ด้วยดี

นางสุภาพ วุฒิพันธ์ุ์

นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ

กันยายน 2567

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
บทที่ 1 ข้อมูลทั่วไป	1
ประวัติความเป็นมา	1
ปรัชญา วิสัยทัศน์ พันธกิจ ประเด็นยุทธศาสตร์ และนโยบาย	4
โครงสร้างการบริหารคณะ	9
คณะกรรมการบริหารคณะ	10
บทที่ 2 ใช้งานการใช้งานกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดตั้งโต๊ะ (SEM) รุ่น Phenom Pharos	15
แผนภูมิขั้นตอนการใช้งานกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดตั้งโต๊ะ (SEM) รุ่น Phenom Pharos	12
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	13
ขั้นตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของเครื่อง	14
ส่วนประกอบของเครื่อง	14
ภาพรวมของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดตั้งโต๊ะ (SEM)	15
ส่วนประกอบของ Phenom Pharos Desktop SEM	16
การติดตั้งเครื่อง Phenom Pharos Desktop SEM	18
ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมความพร้อมสำหรับการวิเคราะห์	19
อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์	19
ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์และการนำตัวอย่างเข้าเครื่องวิเคราะห์	22
การใส่ตัวอย่าง	22
การใช้งานกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดตั้งโต๊ะ	24

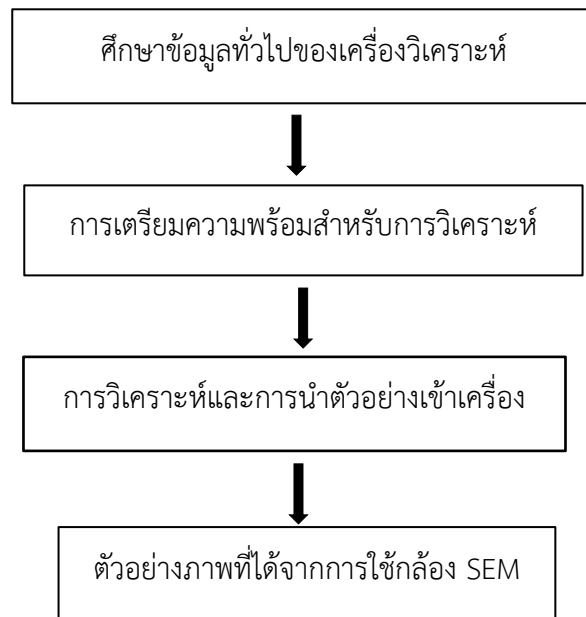
สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง		หน้า
	การเข้าโปรแกรม	24
	การโหลดตัวอย่าง	25
	หน้าจอการตั้งค่า	32
	Live Data bar	35
	การตั้งค่าระบบ	36
	คลังภาพ	37
	การใช้งาน Live EDS	39
	แอปพลิเคชัน EID	42
	วิธีแก้ไข SEM เมื่อกล้อง SEM มองไม่เห็นตัวอย่าง	47
	วิธีการนำข้อมูลรายงานการใช้เครื่องออกจากเครื่อง	49
	การเปิดเครื่อง SEM	51
	การปิดเครื่อง SEM	52
ขั้นตอนที่ 4	ตัวอย่างภาพที่ได้จากการใช้กล้อง SEM	54
	List of Basic Accessories Recommended	54

บทที่ 2 การใช้งานกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดตั้งโต๊ะ (SEM)

รุ่น Phenom Pharos

แผนภูมิขั้นตอนการใช้งานกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดตั้งโต๊ะ (SEM) รุ่น Phenom Pharos



ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

การใช้งานกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดตั้งโต๊ะ (SEM)

รุ่น Phenom Pharos

การใช้งานกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดตั้งโต๊ะ (SEM) รุ่น Phenom Pharos เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูง ถึง 1,000,000 เท่า สามารถใช้ศึกษาวัตถุที่มีขนาดเล็กได้ถึงระดับนาโนเมตร ทำให้สามารถศึกษาวัตถุที่มีขนาดเล็กมากเช่น ไวรัส หรืออนุภาคของสารประกอบ รวมถึงสามารถตรวจสอบความผิดปกติของอุปกรณ์ขนาดเล็กๆ เช่น ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ได้ ซึ่งฝ่ายเครื่องมือฯ มีกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน 2 ชนิดคือ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน

หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์เชิงอุตสาหกรรม(ฟิสิกส์) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จึงได้จัดซื้อการใช้งานกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดตั้งโต๊ะ (SEM) รุ่น Phenom Pharos โดยมีวัตถุประสงค์ให้นักศึกษา อาจารย์ได้ศึกษาวัตถุที่มีขนาดเล็กระดับนาโนเมตร ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาวิจัยด้านวัสดุศาสตร์ เพื่อผลิตชิ้นงาน และเพื่อประโยชน์งานด้านบริการวิชาการแก่สังคมได้ในอนาคต

เพื่อเป็นการส่งเสริมให้การใช้งานกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดตั้งโต๊ะ (SEM) รุ่น Phenom Pharos ได้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และความถูกต้อง จึงได้จัดทำคู่มือปฏิบัติงานดังกล่าวนี้ขึ้น

ขั้นตอนที่ 1
ข้อมูลทั่วไปของเครื่อง

ส่วนประกอบของเครื่อง



กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดตั้งโต๊ะ (Desktop SEM)



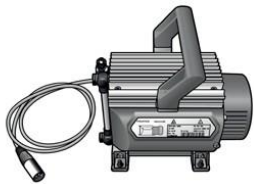
จอแสดงผลขนาด 24"



สายเคเบิล DisplayPort สำหรับจอแสดงผล



สายเคเบิลอีเทอร์เน็ต
1x1 m และ 1x3 m



เครื่องปั๊มสุญญากาศ (Pre-vacuum pump)



สายปั๊มสุญญากาศ (Pre-vacuum pump hose)



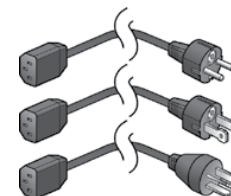
ที่ใส่ตัวอย่าง (Sample holder)



ตัวแปลงกระแสไฟฟ้า (Power supply)

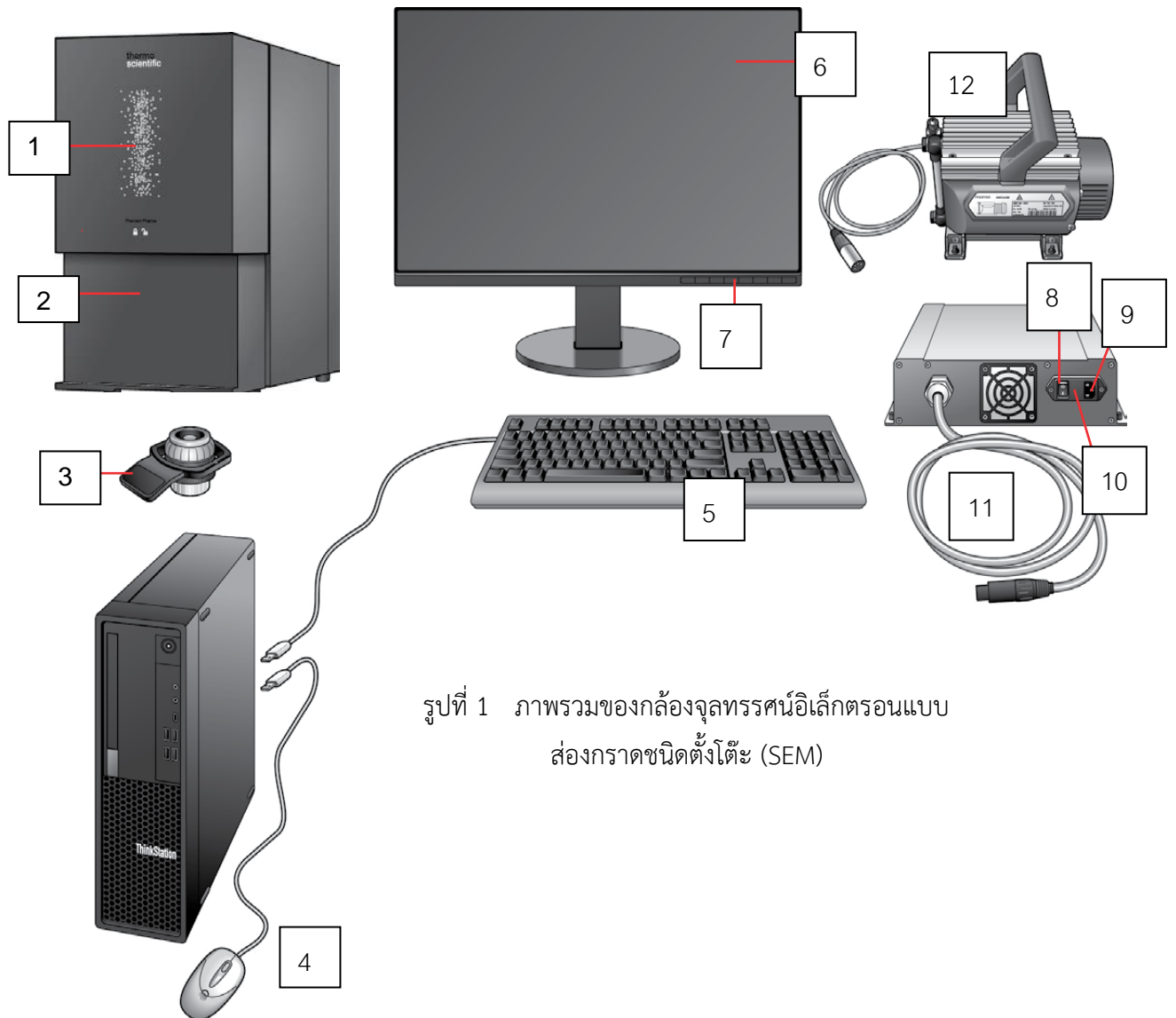


เมาส์ และคีย์บอร์ด





สายไฟ

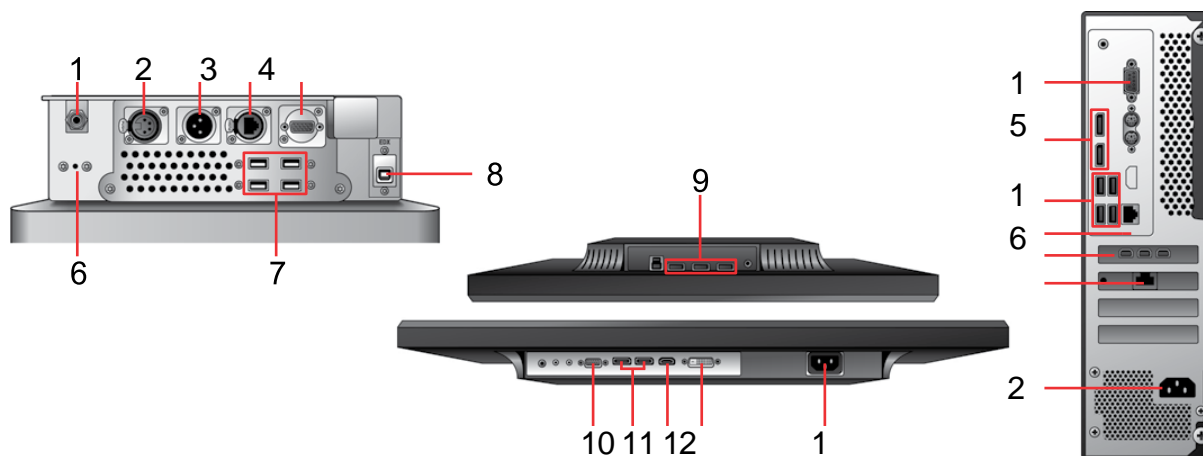
ภาพรวมของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดตั้งโต๊ะ (SEM)



รูปที่ 1 ภาพรวมของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดตั้งโต๊ะ (SEM)

- | | | | |
|---|--|----|-------------------|
| 1 | สัญลักษณ์แสดงสถานะของประตูเครื่องวิเคราะห์ | 5 | แป้นพิมพ์ |
|  | สัญลักษณ์จะแสดงสีส้ม ประตูล็อก | 6 | หน้าจอแสดงผล |
|  | สัญลักษณ์จะแสดงสีเขียว ประตูเปิด | 7 | ตัวควบคุมจอแสดงผล |
| 2 | ประตูเครื่องวิเคราะห์ | 8 | สวิตช์เปิด ปิด |
| 3 | ตลับใส่ตัวอย่าง | 9 | ช่องเสียบสายไฟ |
| 4 | เมาส์ | 10 | ช่องพิวส์ |
| 11 | ช่องเสียบสายต่อระหว่างหน้าจอและเครื่อง Phenom XL Desktop SEM | 12 | ปั๊มสุญญากาศ |

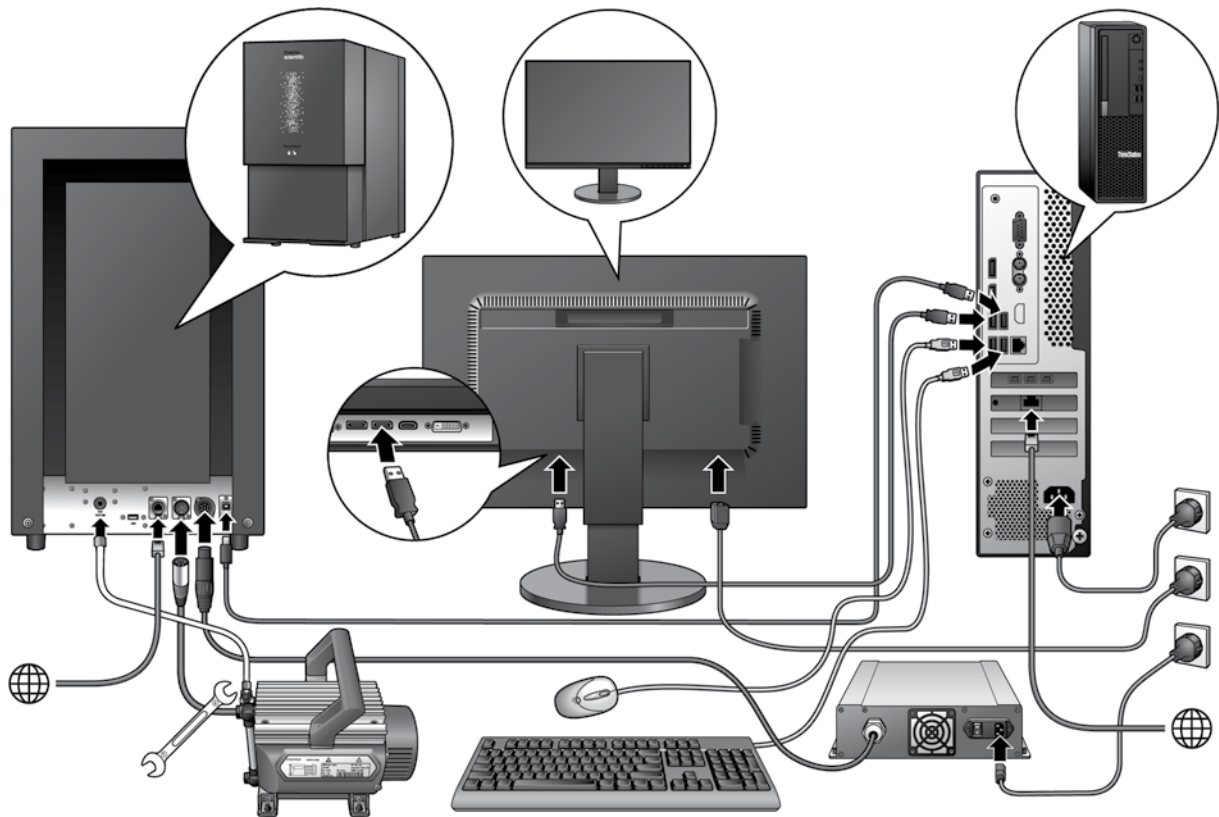
ส่วนประกอบของ Phenom Pharos Desktop SEM



รูปที่ 2 ถังจูลทรศน์ (ซ้าย), จอแสดงผล (ศูนย์กลาง), และ เวิร์คสเตชั่น พีซี (ขวา)

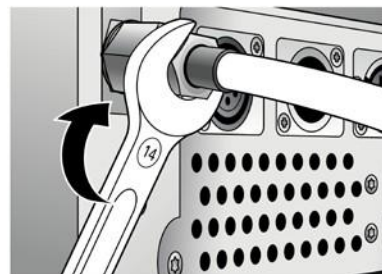
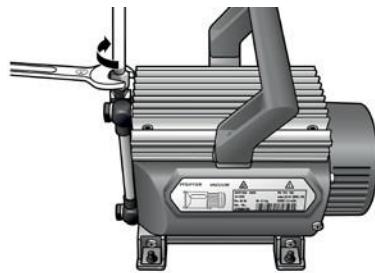
- | | | | |
|---|---|----|---|
| 1 | ท่อป้่มพรีสุญญาภาค
เชื่อมต่อ Phenom Pharos Desktop SEM กับ
ป้่มสุญญาภาค | 8 | พอร์ต USB-A (ไม่ใช่แล้ว) |
| 2 | ปุ่มรีเซ็ต ปุ่มตั้งค่าซอฟต์แวร์ใหม่ | 9 | ตัวเชื่อมต่อ VGA (ไม่ใช่แล้ว) |
| 3 | พอร์ต USB | 10 | จุดต่อจอแสดงผล |
| 4 | ตัวเชื่อมต่ออีเธอร์เน็ต
จุดเชื่อมต่อระหว่าง Phenom Pharos
Desktop SEM กับเครื่องคอมพิวเตอร์ปฏิบัติการ | 11 | ขั้วต่อ HDMI (ไม่ได้ใช้) |
| 5 | จุดเชื่อมต่อระหว่าง(ออก) Phenom Pharos
Desktop SEM กับเครื่องป้่มสุญญาภาค | 12 | ขั้วต่อ DVI (ไม่ได้ใช้) |
| 6 | จุดเชื่อมต่อระหว่าง(เข้า) Phenom Pharos
Desktop SEM กับเครื่องสำรองไฟ | 13 | ขั้วต่อสายไฟ (นิ้ว) |
| 7 | พอร์ต EDX / USB เชื่อมต่อ Phenom
Pharos EDS กับเครื่องคอมพิวเตอร์ปฏิบัติการ | 14 | ตัวเชื่อมต่อ Sub-D (ไม่ใช่แล้ว) |
| | | 15 | จุดต่อจอแสดงผล(ไม่ใช่แล้ว) |
| | | 16 | พอร์ต USB |
| | | 17 | ตัวเชื่อมต่ออีเธอร์เน็ต เชื่อมต่อระหว่าง
เครื่องคอมพิวเตอร์กับระบบอินเทอร์เน็ต |
| | | 18 | พอร์ตต่อจอแสดงผลขนาดเล็ก |
| | | 19 | จุดเชื่อมต่อ SEM (เชื่อมต่อระหว่างเครื่อง
คอมพิวเตอร์ กับ Phenom Pharos) |
| | | 20 | พอร์ต Power |

การติดตั้งเครื่อง Phenom Pharos Desktop SEM



รูปที่ 3 แสดงการติดตั้งเครื่อง Phenom Pharos Desktop SEM

1. ต่อท่อปั๊มสุญญากาศเข้ากับท่อของปั๊มสุญญากาศของเครื่อง Phenom Pharos Desktop SEM ให้แน่น
2. หมุนตัวรัดท่อให้แน่น
3. หมุนแหวนตามเข็มนาฬิกาให้แน่น
4. ใช้ประแจ เบอร์ 14 ชั้นนืดเข้ากับเครื่อง หมุน 1-1.5 รอบ
5. ต่อสาย power ของปั๊ม
6. นำปลั๊ก Power ของเครื่อง Phenom Pharos Desktop SEM ต่อเข้ากับเครื่องสำรองไฟ

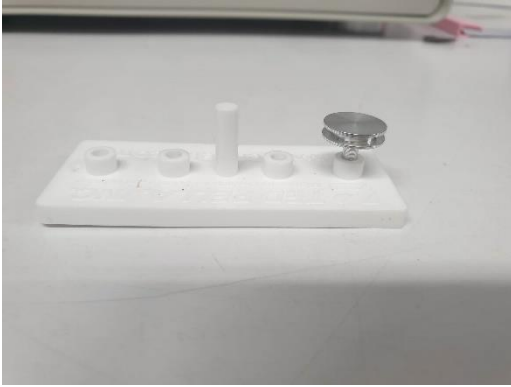


รูปที่ 4 การต่อท่อปั๊มสุญญากาศเข้ากับปั๊มสุญญากาศ

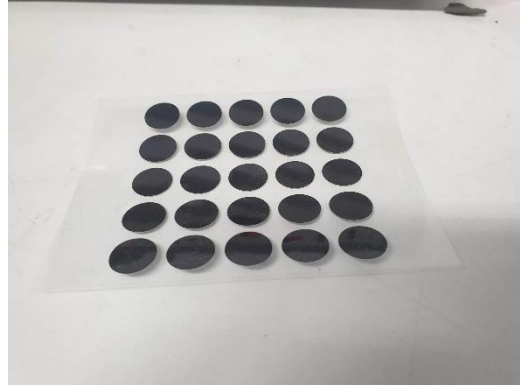
ขั้นตอนที่ 2

การเตรียมความพร้อมสำหรับการวิเคราะห์

2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์



จานใส่ตัวอย่างและอุปกรณ์วางจานใส่ตัวอย่าง



แผ่นคาร์บอนสำหรับติดตัวอย่าง
เข้ากับจานใส่ตัวอย่าง



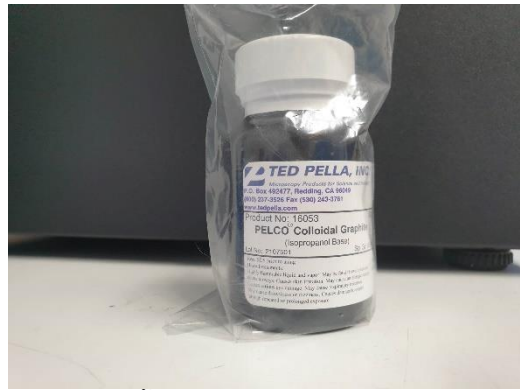
ถุงมือสำหรับใส่เพื่อเตรียมตัวอย่าง



คีมคีบตัวอย่าง



ที่ใส่ตัวอย่าง หรือ สตรีบ (Sample holder)



น้ำยาล้างจานใส่ตัวอย่าง



เครื่องเคลือบตัวอย่าง

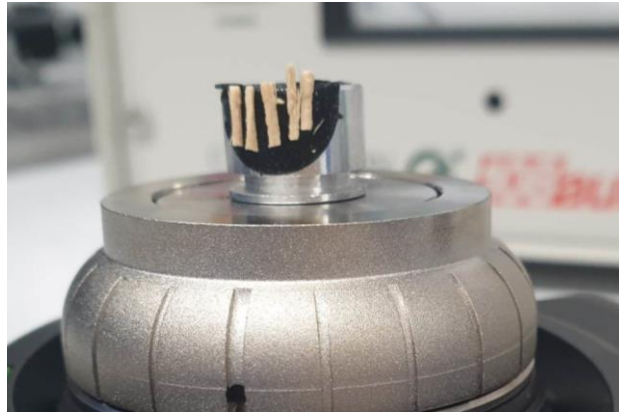


ตู้ดูดความชื้น



เครื่อง Phenom Pharos Desktop SEM

2.2 นำตัวอย่างที่จะนำมาวิเคราะห์มาตัดเป็นชิ้นๆ และติดเข้ากับจานใส่ตัวอย่าง ดังรูป



2.3 นำตัวอย่างใส่เครื่องเคลือบทองเป็นเวลา 50 วินาที

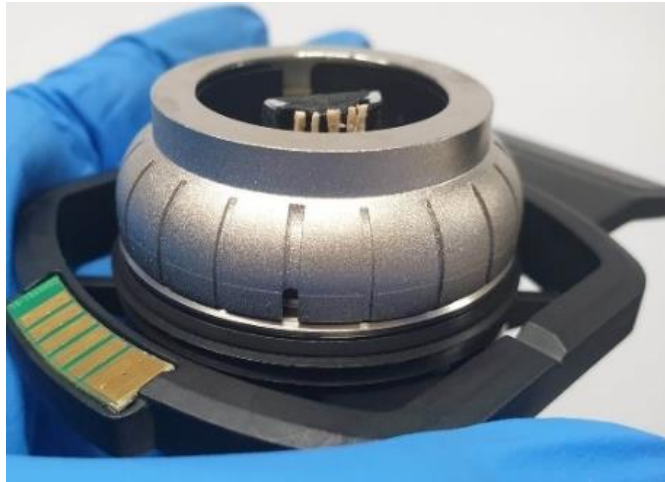


2.4 นำตัวอย่างใส่ในสตรับเพื่อนำเข้าเครื่องวิเคราะห์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.4.1 ใช้คีมคีบตัวอย่างออกจากเครื่องเคลือบทองและนำตัวอย่างไปใส่ในช่องเสียบตัวอย่างของสตรับ ดังรูป



2.4.2 หมุนสตรับลงเพื่อให้ตัวอย่างอยู่ในระดังเดียวกับปากสตรับ ดังรูป



2.4.3 นำตัวอย่างเข้าเครื่องวิเคราะห์



ขั้นตอนที่ 3

การวิเคราะห์และการนำตัวอย่างเข้าเครื่องวิเคราะห์

3.1 การใส่ตัวอย่าง (Loading samples)

3.1 ตรวจสอบให้แน่ใจว่าตัวอย่างถูกวางบนแท่นวางตัวอย่าง (Stub) อย่างถูกต้องและไม่สามารถขยับได้

3.2 หมุนวงแหวนปรับความสูงของตัวจับตัวอย่าง (Sample holder) ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา จนพื้นผิวตัวจับวางตัวอย่างอยู่ในตำแหน่งสูงสุด

หมายเหตุ: ควรใส่ถุงมือแบบไม่มีแป้งเสมอ

3.3 เสียบหมุดของแท่นวางตัวอย่างเข้ากับรูตัวจับตัวอย่างโดยใช้ปากคีบ (Tweezer)

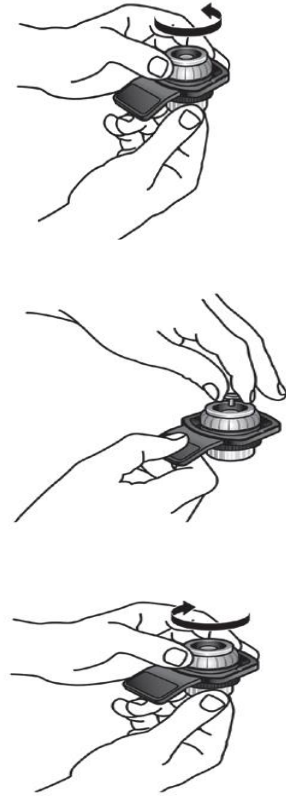
3.4 ตรวจสอบให้แน่ใจว่าแท่นวางตัวอย่างอยู่ในลักษณะที่เรียบแนบสนิทกับพื้นผิวตัวจับตัวอย่าง

3.5 ลดระดับตัวอย่างโดยหมุนวงแหวนปรับความสูงตามเข็มนาฬิกา

3.5.1 การลดระดับของพื้นผิวด้านบนตัวอย่างให้อยู่ในระนาบเดียวกันกับขอบของตัวจับยึด คือการตั้งค่าตำแหน่งที่ดีที่สุดสำหรับการถ่ายภาพความละเอียดสูงและการวิเคราะห์ EDS

3.5.2 การลดความสูงของตัวอย่างลง จะได้ภาพกำลังขยายต่ำลง ส่งผลให้ได้มุมมองภาพที่กว้างขึ้นเปิด

3.6 เปิดประตูโดยดันที่จับขึ้นด้านบนตามภาพ



3.7 ใส่ตัวจับตัวอย่างลงในช่องใส่ตัวอย่าง

- ประตูต้องเปิดออกให้สุดก่อนถึงจะใส่ตัวจับตัวอย่างได้



3.8 ปิดประตูโดยเลื่อนลงให้สุด

- 3.8.1 ประตูจะล็อกโดยอัตโนมัติโดยไฟสีส้มสว่างขึ้น
- 3.8.2 ตัวอย่างจะถูกเคลื่อนไปและพร้อมสำหรับการถ่ายภาพ
- 3.8.3 หาก Phenom Desktop SEM อยู่ในโหมดสแตนด์บายหรือโหมดไฮเบอร์เนต (ประหยัดพลังงาน) เครื่องจะทำการ re-activate ในขั้นตอนนี้
- 3.8.4 ตัวอย่างจะย้ายไปยังกล้องออปติคัลโดยอัตโนมัติ



หมายเหตุ: ควรใส่ถุงมือแบบไม่มีแบ่งในขณะเตรียมตัวอย่างเสมอ

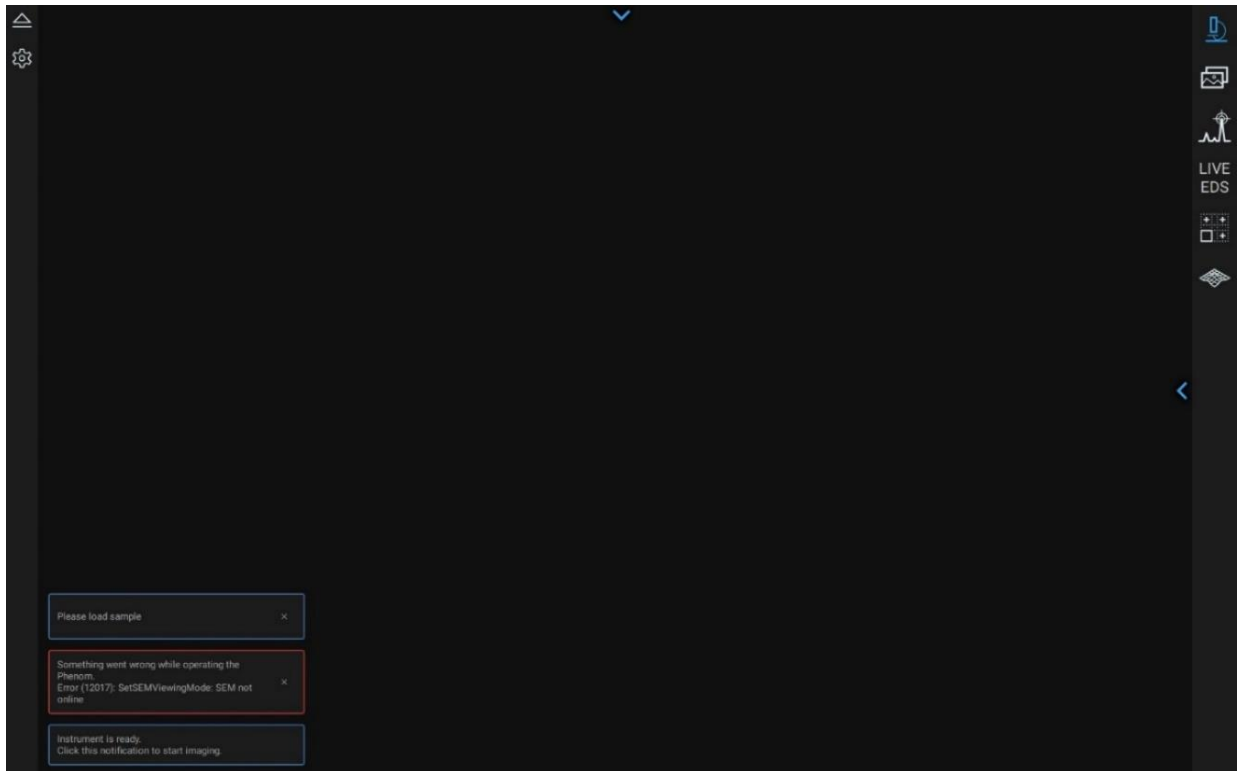
3.2 การใช้งานกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดตั้งโต๊ะ

3.2.1 การเข้าโปรแกรม


เปิดโปรแกรม Phenom User Interface ที่หน้าจอ เพื่อเข้าสู่หน้าโปรแกรม

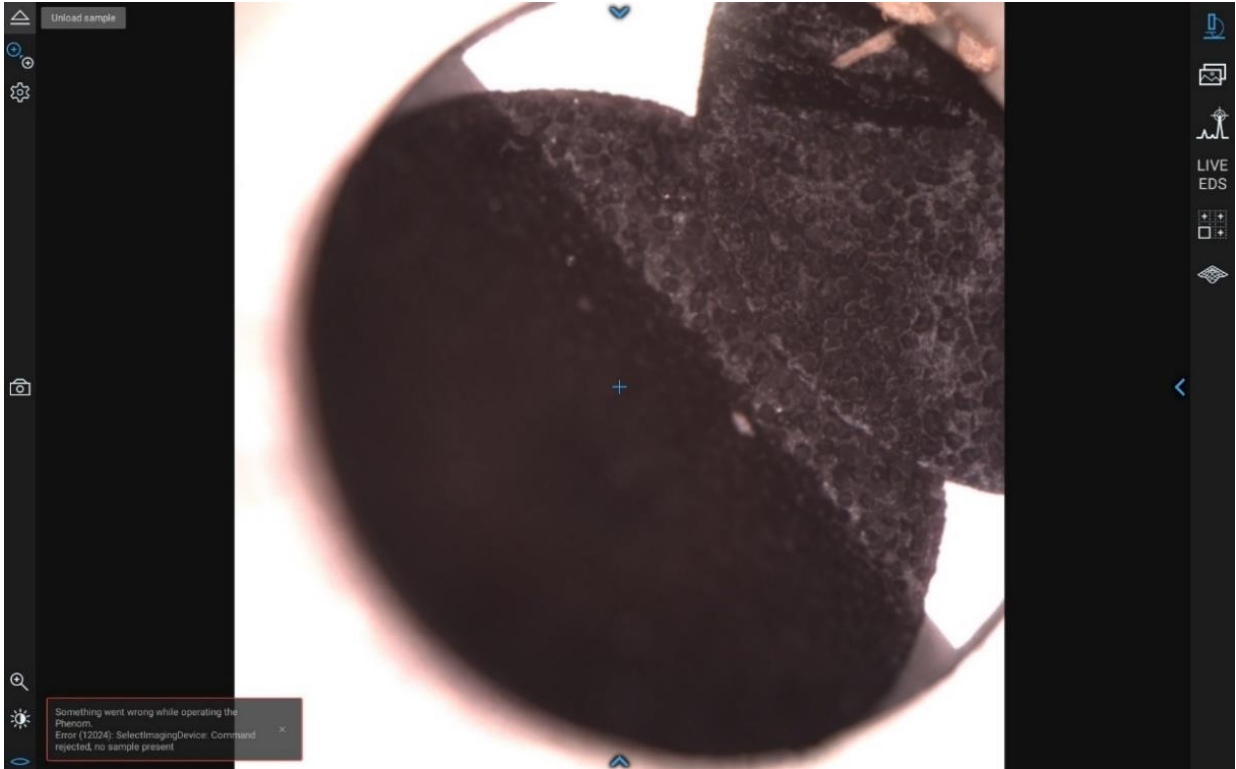



จะแสดงหน้าต่างดังรูป

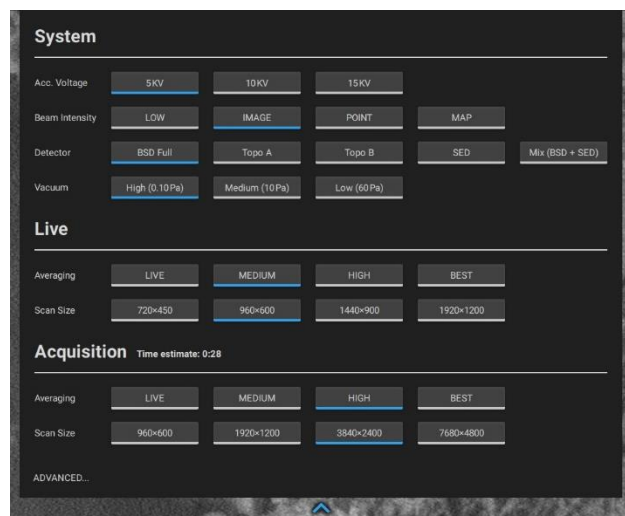


3.2.2 การโหลดตัวอย่าง

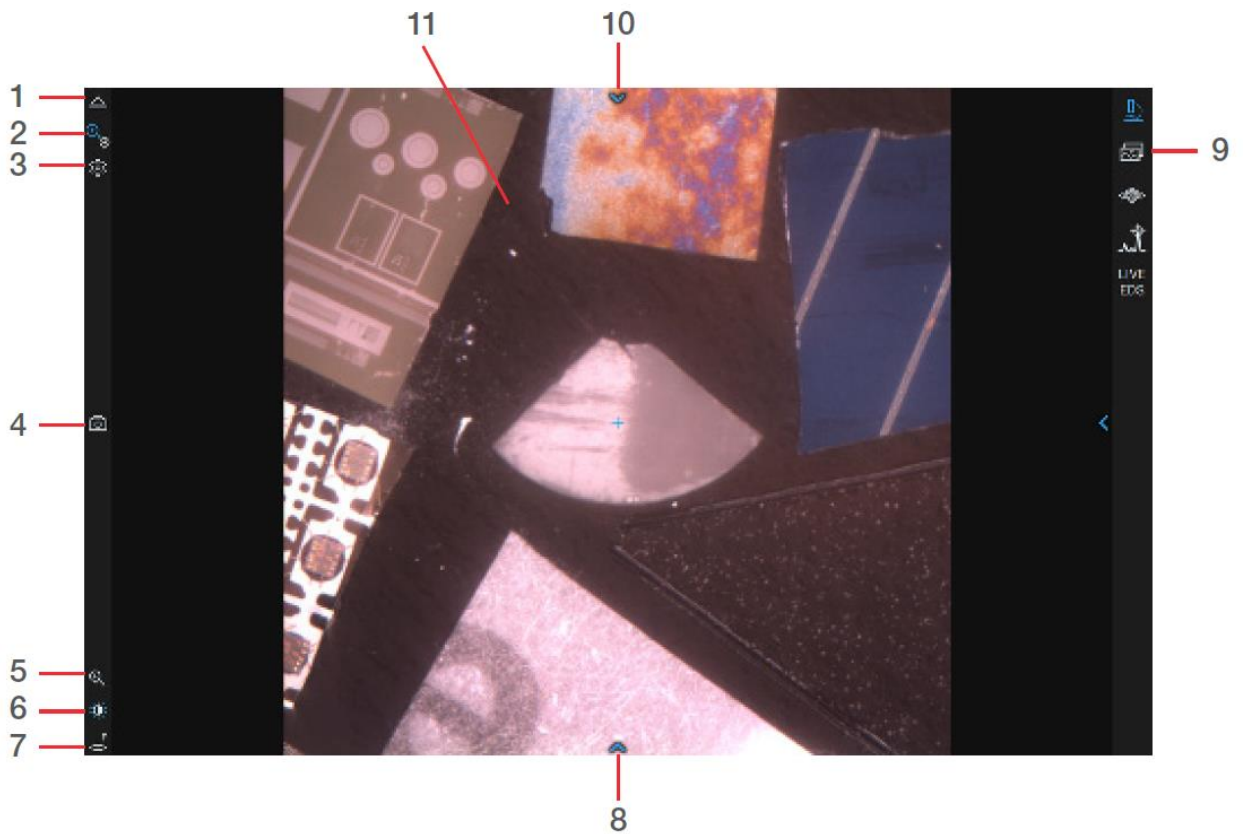
คลิก 1 ครั้ง ที่สัญลักษณ์  เพื่อโหลดตัวอย่างเข้าสู่กล้องออปติคัลเพื่อการนำทาง (NavCam) ในการกำหนดตำแหน่งที่จะให้กล้อง SEM ทำการถ่ายรูป โดยจะปรากฏดังรูป



ก่อนการ Load Sample ให้ตั้งค่าการวิเคราะห์ให้เสร็จสิ้นก่อน โดยคลิกที่เครื่องหมาย  ด้านบนสุดของหน้าจอ แล้วเลือกรูปแบบภาพ เช่น Image / Map / Point เลือกระบบ Vacuum ให้เป็น Low(60pa)

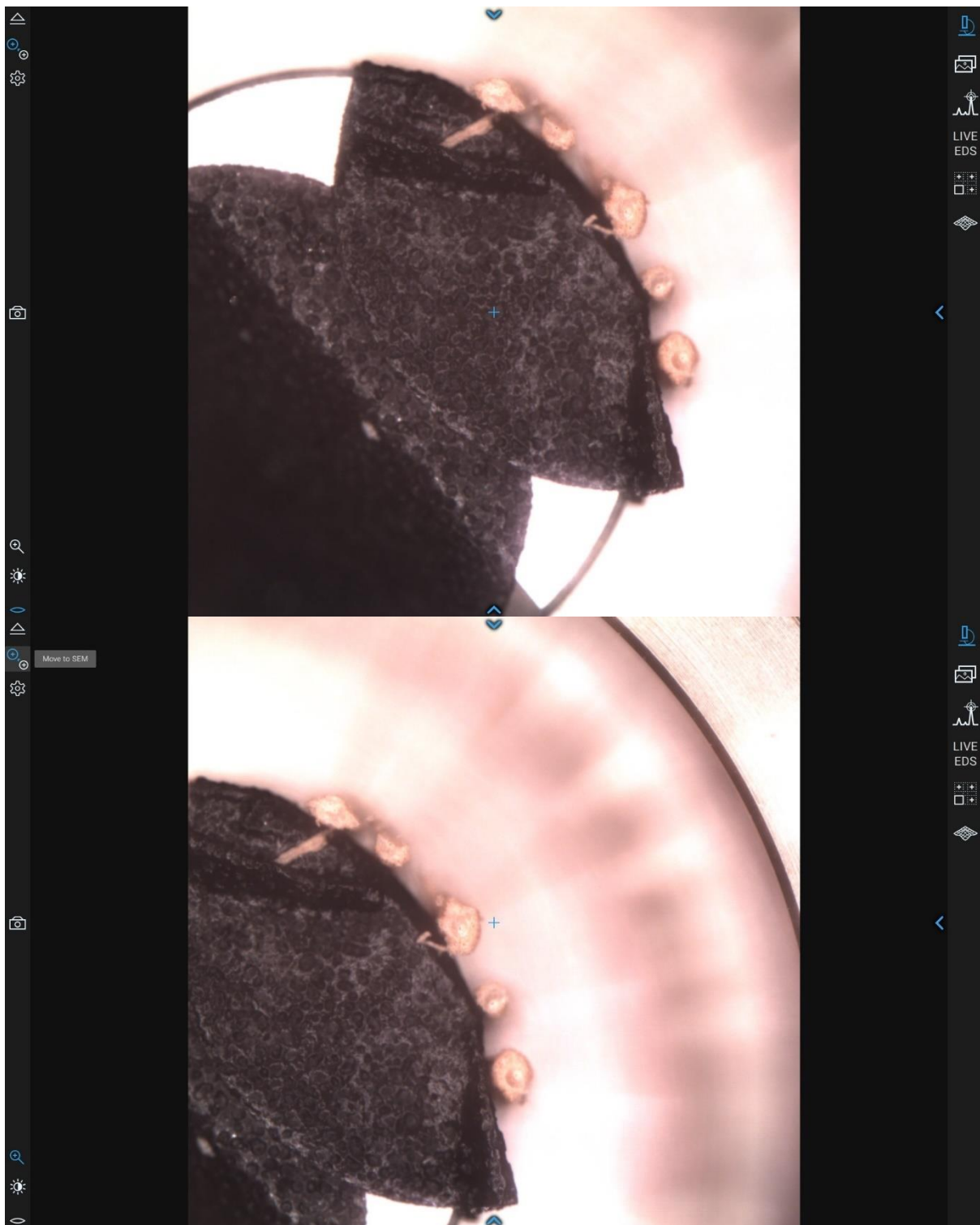


กล้องออปติคัลเพื่อการนำทาง (NavCam) มีเมนูการใช้งานดังต่อไปนี้



1. การใส่ตัวจับตัวอย่าง
 - การนำเข้าและนำออกตัวอย่าง
2. ย้ายไป SEM
3. หน้าจอตั้งค่า
4. การถ่ายภาพออปติคัล
5. การปรับกำลังขยาย
 - เลื่อนด้วยล้อเลื่อนของเมาส์เพื่อซูมเข้าและออก
6. การปรับ Contrast — Brightness
 - เลื่อนด้วยล้อเลื่อนของเมาส์เพื่อปรับความสว่าง
 - คลิกซ้ายเพื่อสลับระหว่างการปรับคอนทราสต์และความสว่าง
7. โฟกัส
 - เลื่อนด้วยล้อเลื่อนเมาส์เพื่อปรับโฟกัสหรือลากปุ่มเมาส์ขวาเพื่อปรับโฟกัส
8. ส่วนขยาย Data bar
9. หน้าจอคลังภาพ
10. การตั้งค่าระบบ
11. หน้าจอถ่ายภาพหลัก

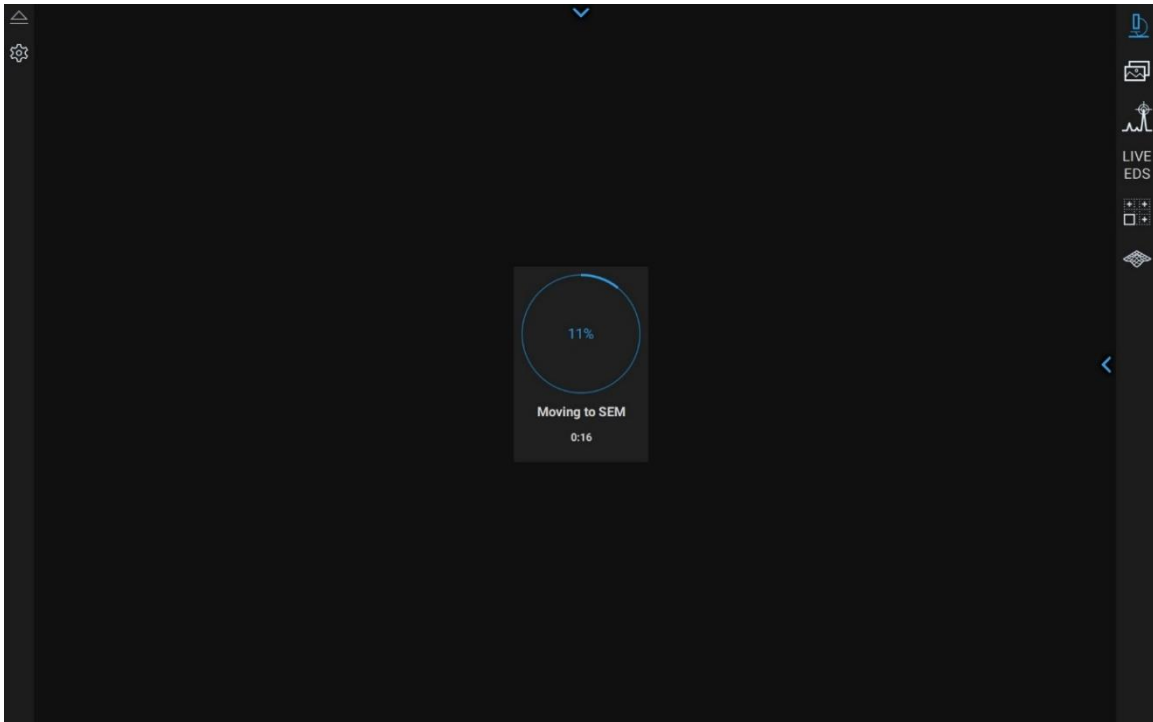
นำเมสไปคลิกที่ตำแหน่งที่ต้องการกล้องจะเคลื่อนที่ไปจับในตำแหน่งที่คลิกเมส ดังรูป



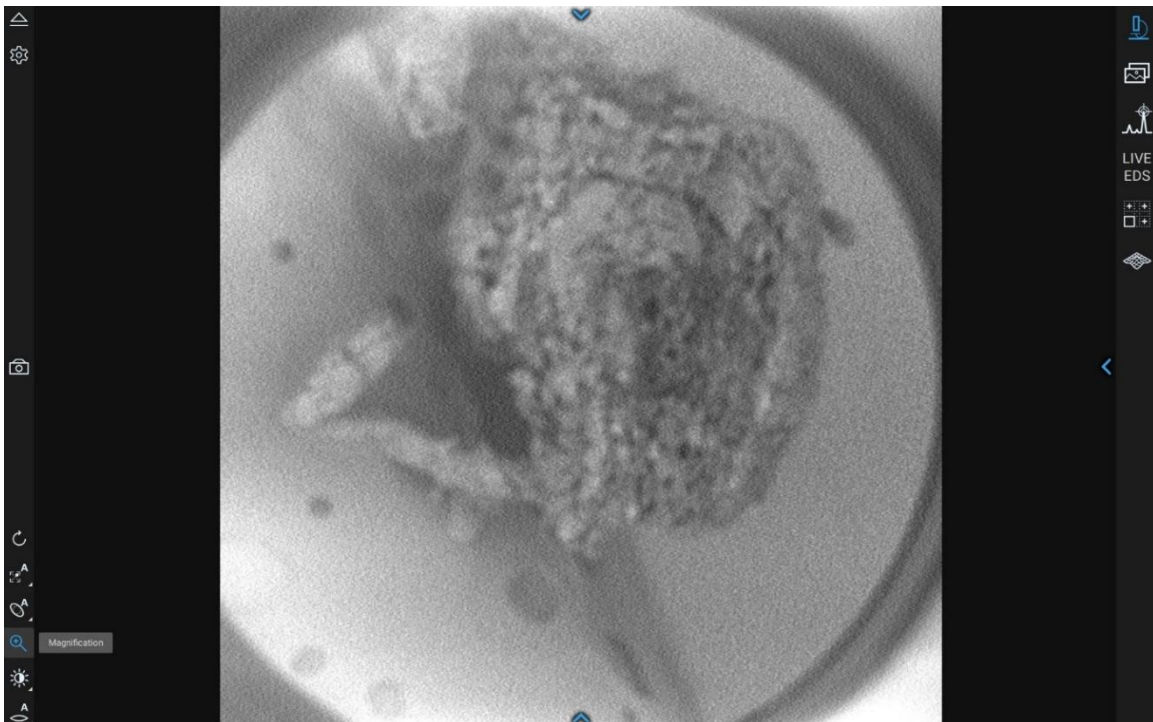
เมื่อได้ตำแหน่งที่ต้องการให้คลิกที่ปุ่ม
จะปรากฏดังรูป



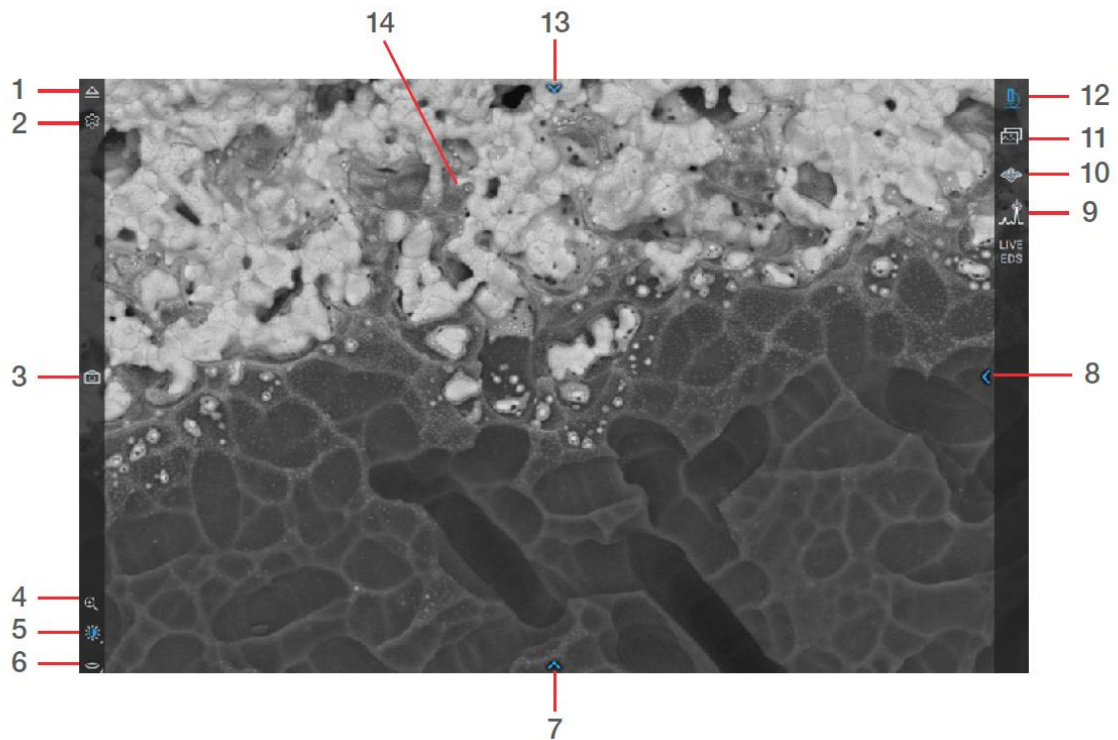
เพื่อเข้าระบบสุ่งกล้อง SEM



เมื่อเข้าสู่กล้องของ SEM จะได้ภาพดังรูป

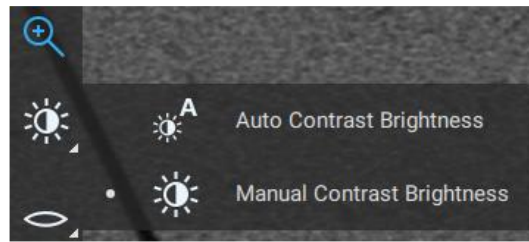


หน้าจอหลัก SEM มีเมนูการใช้งานดังต่อไปนี้



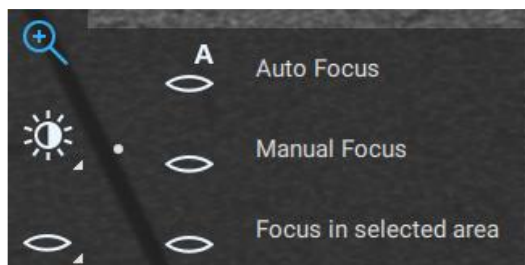
1. การนำเข้าและนำออกตัวอย่าง
2. หน้าจอตั้งค่า
3. การถ่ายภาพ
 - คลิกเพื่อถ่ายภาพ
 - วางเมาส์เหนือปุ่มจะแสดงภาพที่ถ่ายเต็มหน้าจอ
4. การขยายภาพ (Magnification)
 - เลื่อนด้วยล้อเลื่อนของเมาส์เพื่อปรับความสว่าง
 - เมื่อเลือกการขยายภาพแบบวาดสี่เหลี่ยม (คลิกเมาส์ซ้ายค้างไว้) บนจอภาพ SEM หลักจะซูมภาพไปยังสี่เหลี่ยมที่กำหนดไว้
5. การปรับ Contrast — Brightness
 - เลื่อนด้วยล้อเลื่อนของเมาส์เพื่อปรับความสว่าง
 - คลิกซ้ายหรือคลิกบนล้อเลื่อนของเมาส์เพื่อสลับระหว่างการปรับคอนทราสต์และความสว่าง
 - คลิกขวาเพื่อขยายเมนูย่อยและเลือกกระหว่าง:
 - ปรับคอนทราสต์-ความสว่างอัตโนมัติ

- การปรับคอนทราสต์-ความสว่างด้วยตนเอง



6. โฟกัส

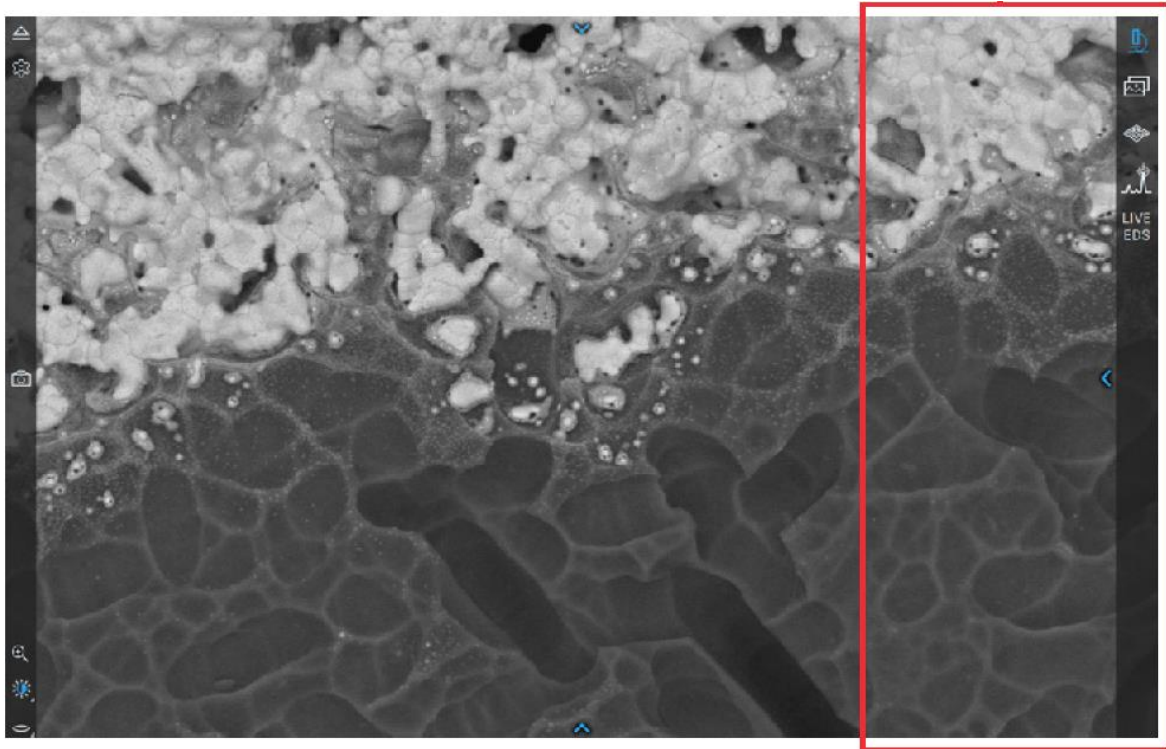
- ปรับโฟกัสของภาพ สามารถปรับโฟกัสด้วยการคลิกเมาส์ขวาแล้วลากในแนวนอน แม้ไม่ได้เลือกปุ่มโฟกัส
- คลิกขวาเพื่อขยายเมนูย่อยและเลือก เลือกจาก
 - ออโต้โฟกัส
 - โฟกัสแบบแมนนวลโดยใช้ล้อเลื่อนของเมาส์
 - โฟกัสในพื้นที่ที่เลือก (หน้าต่างย่อยที่มีอัตราการรีเฟรชที่เร็วขึ้นจะปรากฏขึ้น ขณะเปิด การปรับจะมีผลเฉพาะกับพื้นที่ที่เล็กกว่านี้เท่านั้น การกด Esc หรือคลิกนอกหน้าต่างย่อยจะเป็นการนำออกและนำการเปลี่ยนแปลงไปใช้กับทั้งภาพ



7. ส่วนขยาย Live Data bar



8. ส่วนขยายแผงควบคุมทางขวา



9. เปิดการใช้งานการวิเคราะห์ธาตุ (Elemental Identification, EID or EDS)

10. เปิดหน้าจอการใช้งาน 3DRR

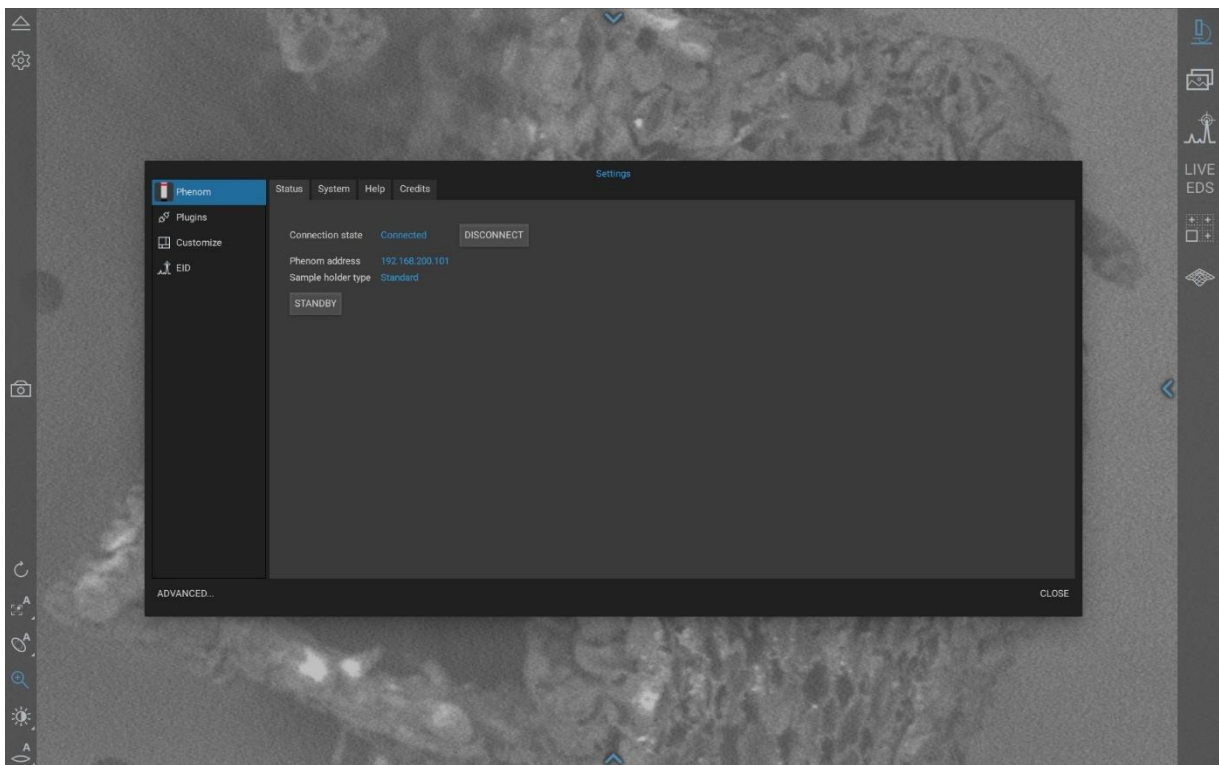
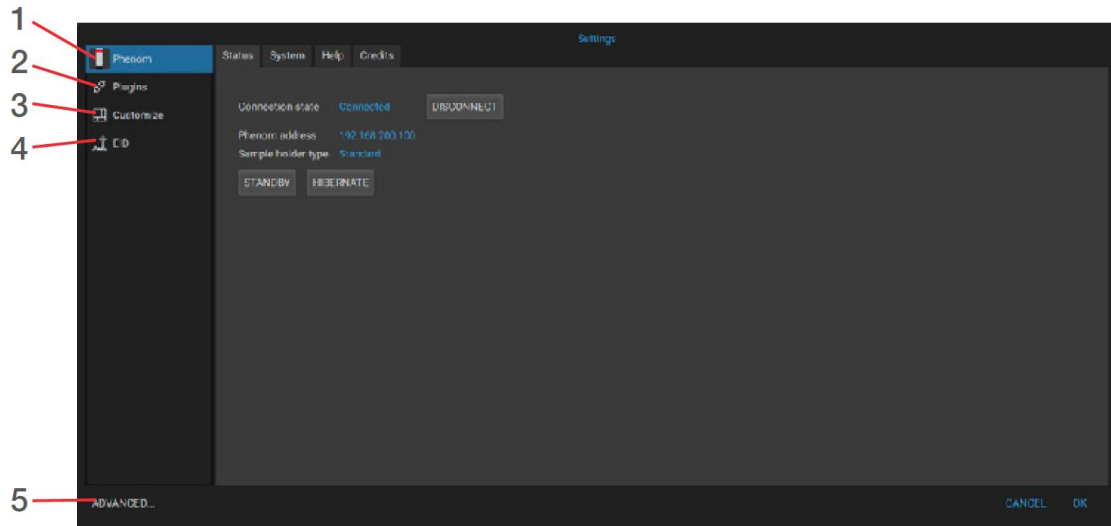
11. เปิดหน้าจอคลังภาพ

12. เปิดหน้าจอ LiveSEM

13. ส่วนขยายเมนูการตั้งค่าระบบ

14. หน้าต่างถ่ายภาพหลัก

3.2.3 หน้าจอการตั้งค่า

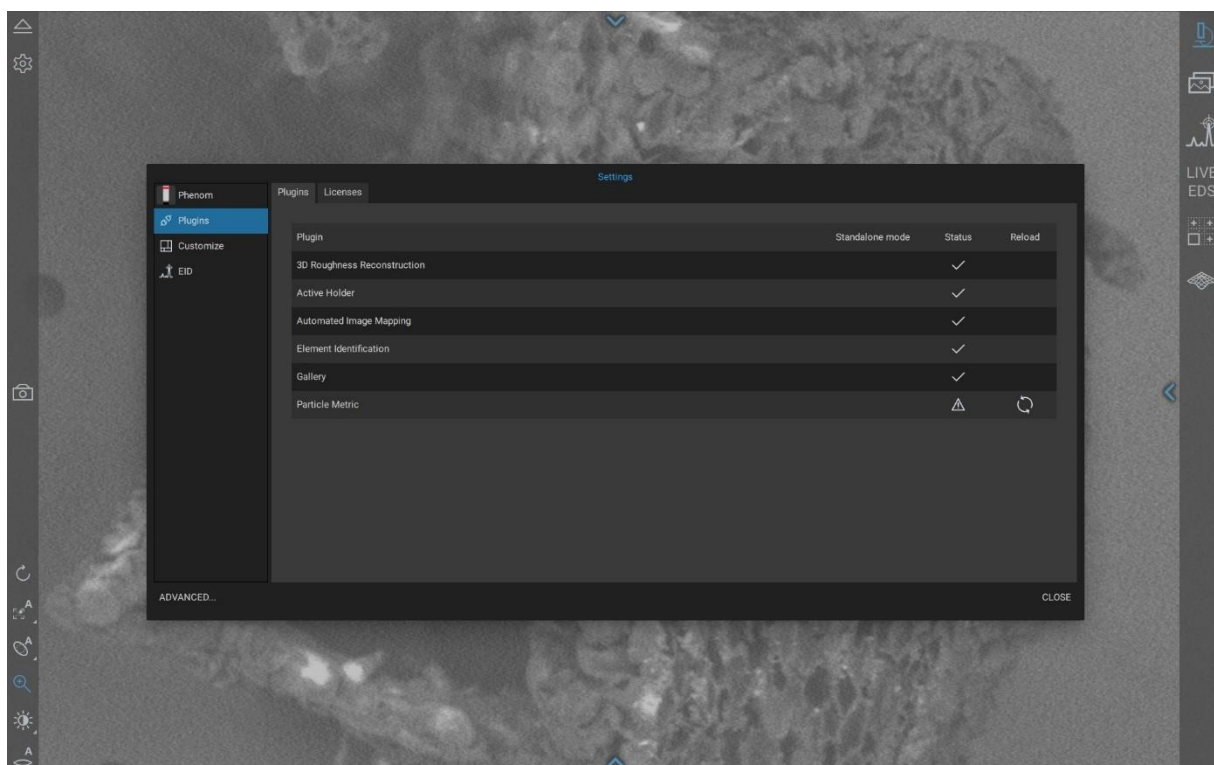


3.2.3.1 ภาพรวมระบบ (System Overview)

- แสดงข้อมูลระบบทั่วไป
- ตั้งค่าการเชื่อมต่อเครือข่ายระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับกล้อง SEM
- ตัวเลือกในการตั้งค่าระบบให้อยู่ในโหมดสแตนด์บาย/ไฮเบอร์เนต/ปิดเครื่อง
- อัปเดตซอฟต์แวร์ของระบบ
- จัดเก็บไฟล์ข้อมูลระบบ (SysInfo)

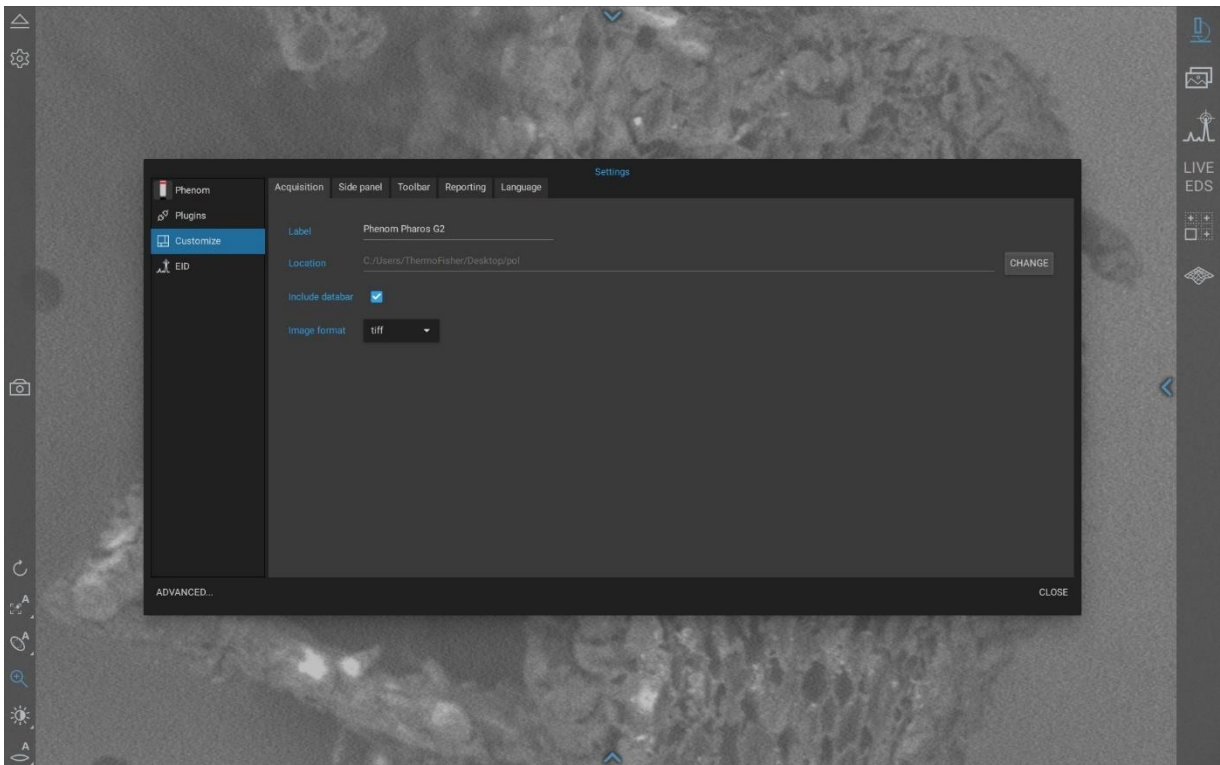
3.2.3.2 Plugin

- ระวัง, เพิ่มหรือลบการอนุญาต (License) ในการเข้าถึง Plugin (เช่น EID หรือ 3DRR)



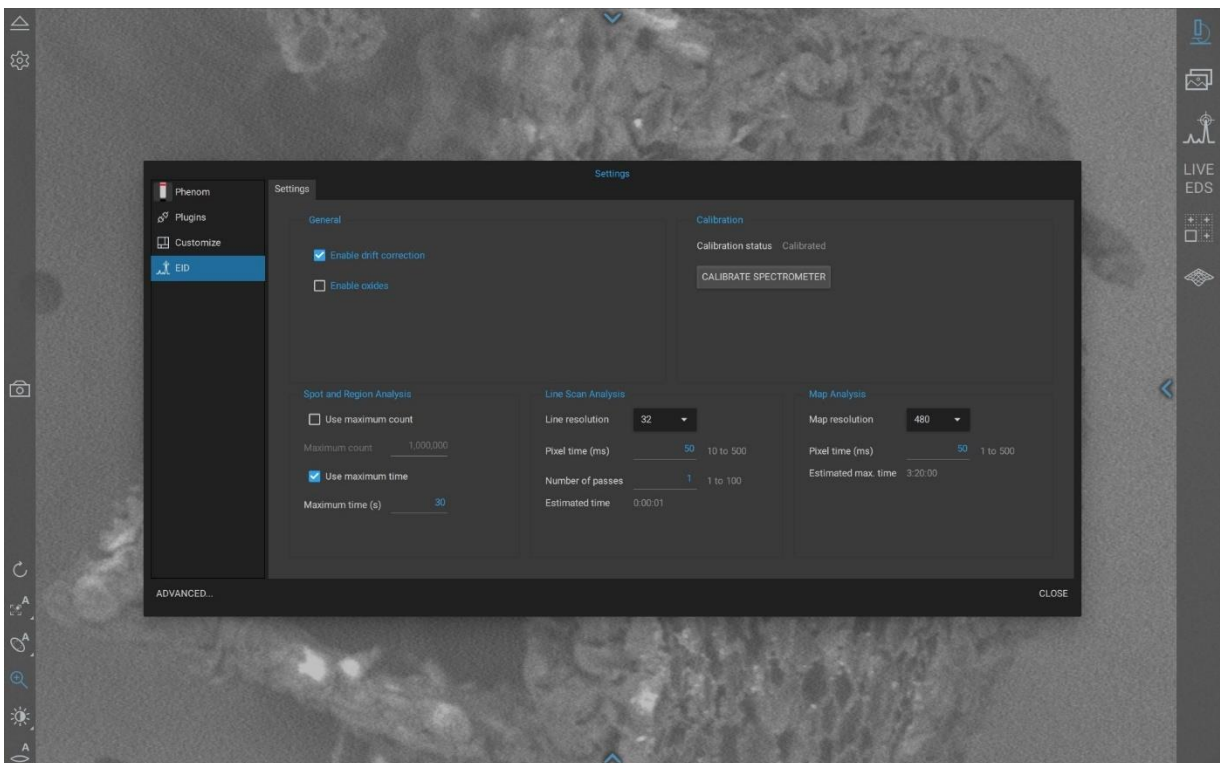
3.2.3.3 การปรับแต่ง

- ปรับการตั้งค่าที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายภาพ
- ปรับแต่งปุ่มที่แสดงบนแถบเครื่องมือ
- เลือกองค์ประกอบที่จะแสดงบนแผงด้านข้าง
- อัปเดตโลโก้บริษัทของคุณ
- การตั้งค่าภาษา



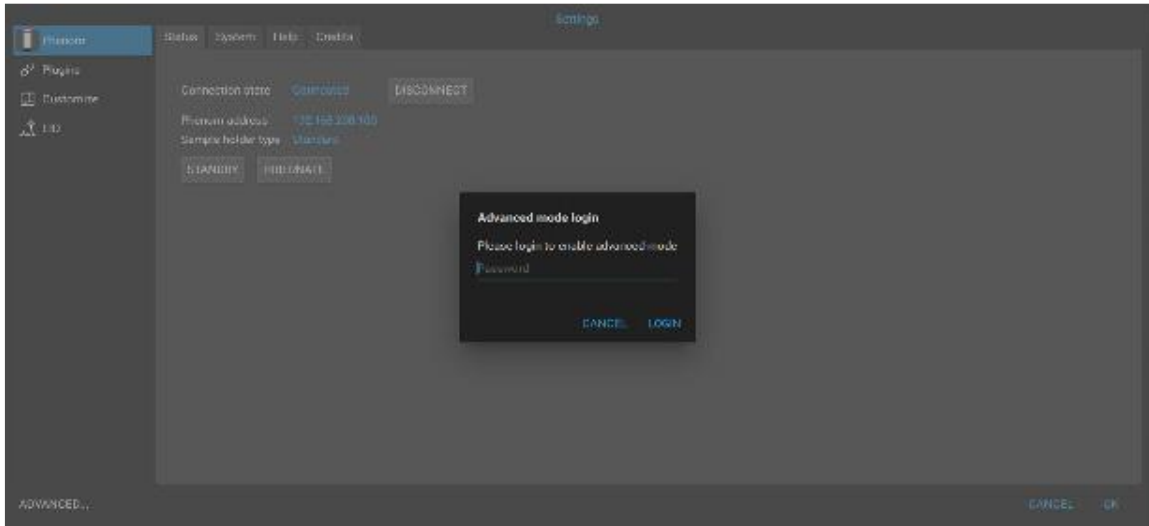
3.2.3.4 เปิดแท็บการตั้งค่า EID

ตั้งค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ธาตุ: Point, Line, Mapping และการปรับเทียบสเปกโตรมิเตอร์ (Calibration)



3.2.3.5 เปิดใช้งานโหมดขั้นสูง (Advanced Mode)

โหมดขั้นสูงมีไว้สำหรับผู้ใช้ที่ต้องการเข้าถึงฟังก์ชันที่ต้องการมากกว่าประสบการณ์กับเครื่องมือ ซึ่งรวมถึงฟังก์ชันต่างๆ เช่น เครื่องมือติดตามปรับความเอียงของแหล่งสัญญาณ หรือเปลี่ยนรูปแบบการขยาย โดยใส่พาสเวิร์ด “supportme” และคลิก Login

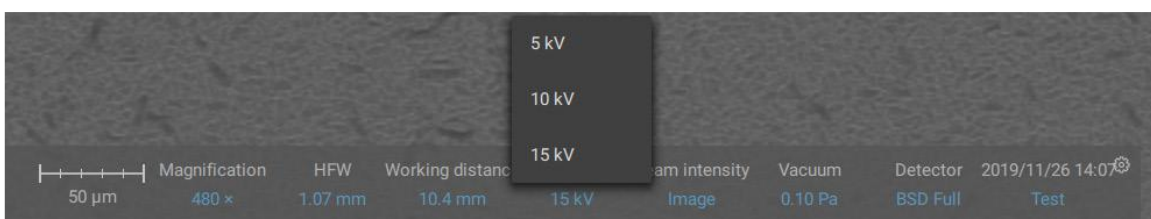


3.2.4 Live Data bar

แถบข้อมูลที่ด้านล่างของหน้าจอ SEM หลักทั้งหมดที่มีข้อความสีน้ำเงินสามารถแก้ไขได้โดยใช้เมาส์และแป้นพิมพ์ การปรับเปลี่ยนนี้จะเป็นการปรับภาพ SEM โดยตรง



การคลิกที่ตำแหน่ง Voltage, Beam Intensity, Pressure หรือ Detector จะเป็นการขยายเมนูย่อยพร้อมตัวเลือกที่สามารถใช้งานได้

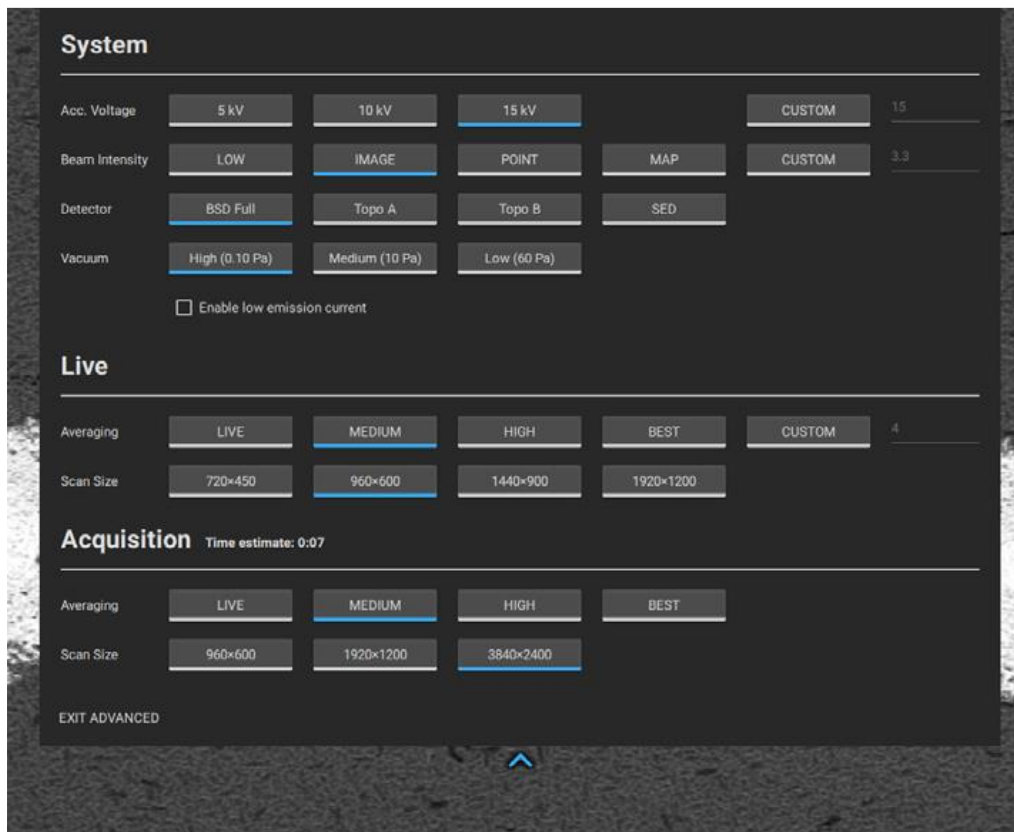


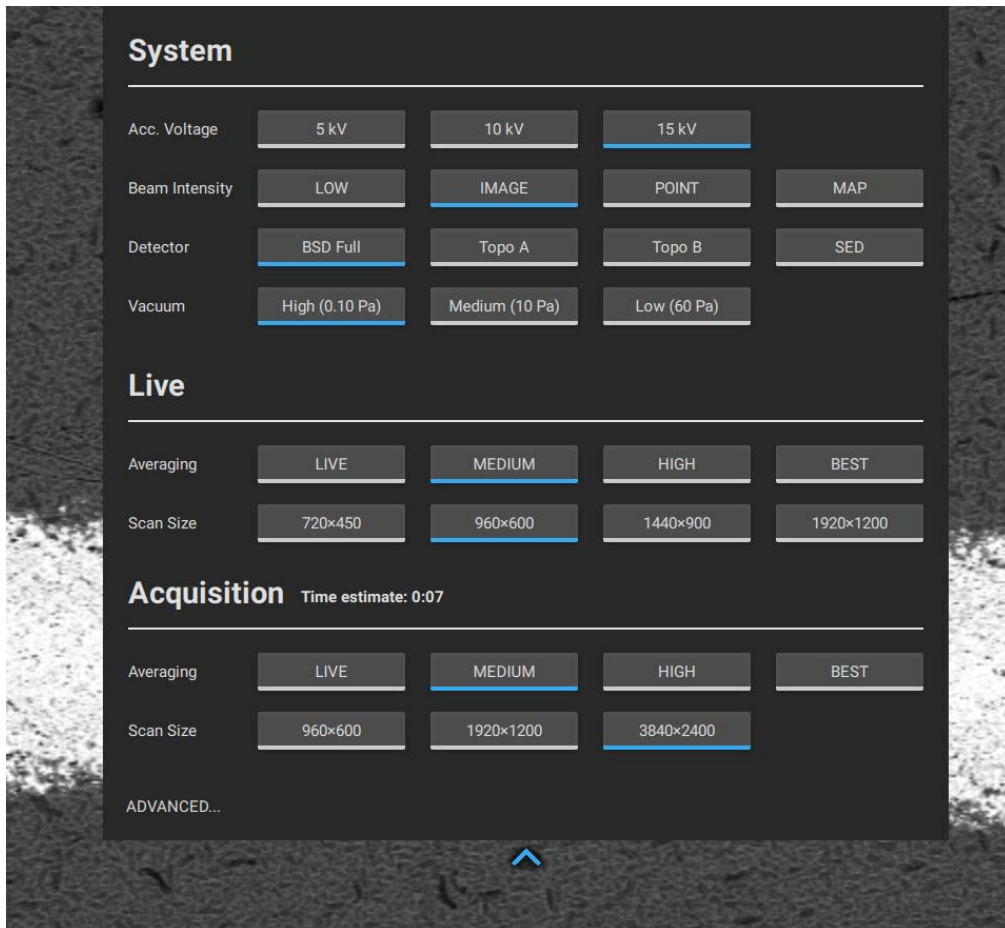
การคลิกที่ตำแหน่ง Magnification, HFW, Working distance หรือ Label จะแสดงกล่องข้อความที่สามารถพิมพ์ค่าได้



3.2.5 การตั้งค่าระบบ

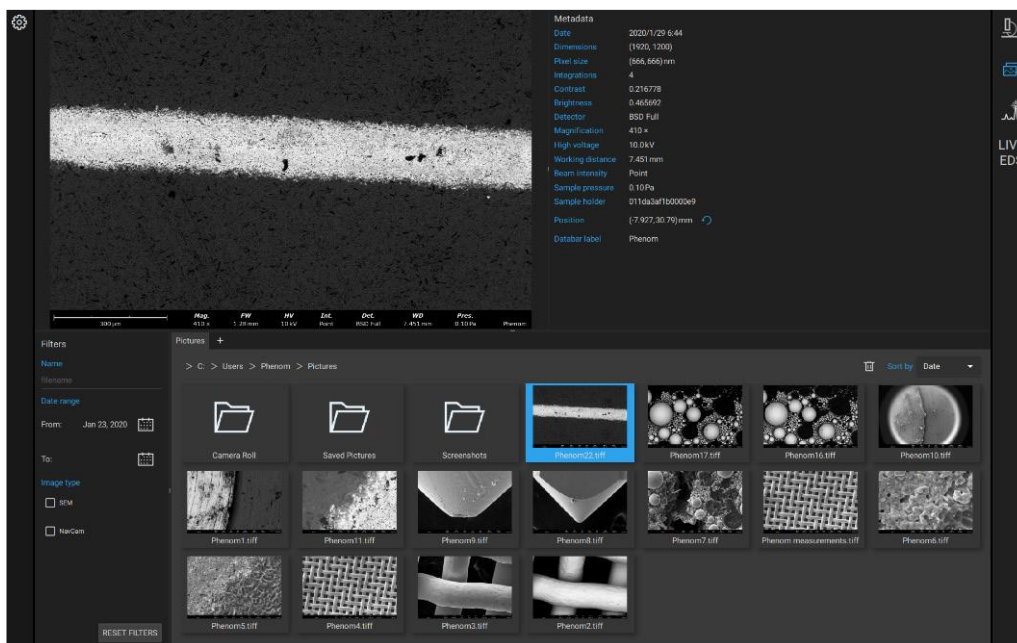
- คลิกลูกศรด้านบนเพื่อขยายเมนูการตั้งค่าการทำงาน คลิกที่การตั้งค่าที่ต้องการเพื่อใช้การเปลี่ยนแปลงภาพ SEM
- ปิดเมนูโดยคลิกที่ลูกศรที่ด้านล่างของเมนู, กด Esc หรือคลิกนอกหน้าต่างการตั้งค่า
- คลิกที่ "Advanced" เพื่อป้อนรหัสผ่าน (รหัสผ่านตามค่าเริ่มต้นคือ "Expert") เพื่อเปิดการตั้งค่าขั้นสูง
- คลิกปุ่ม "Custom" และพิมพ์ค่าตามตัวเลือกที่ต้องการ
- สามารถเปิดใช้งานตัวเลือก "Low-emission current" โดยคลิกที่ช่องทำเครื่องหมายลูก



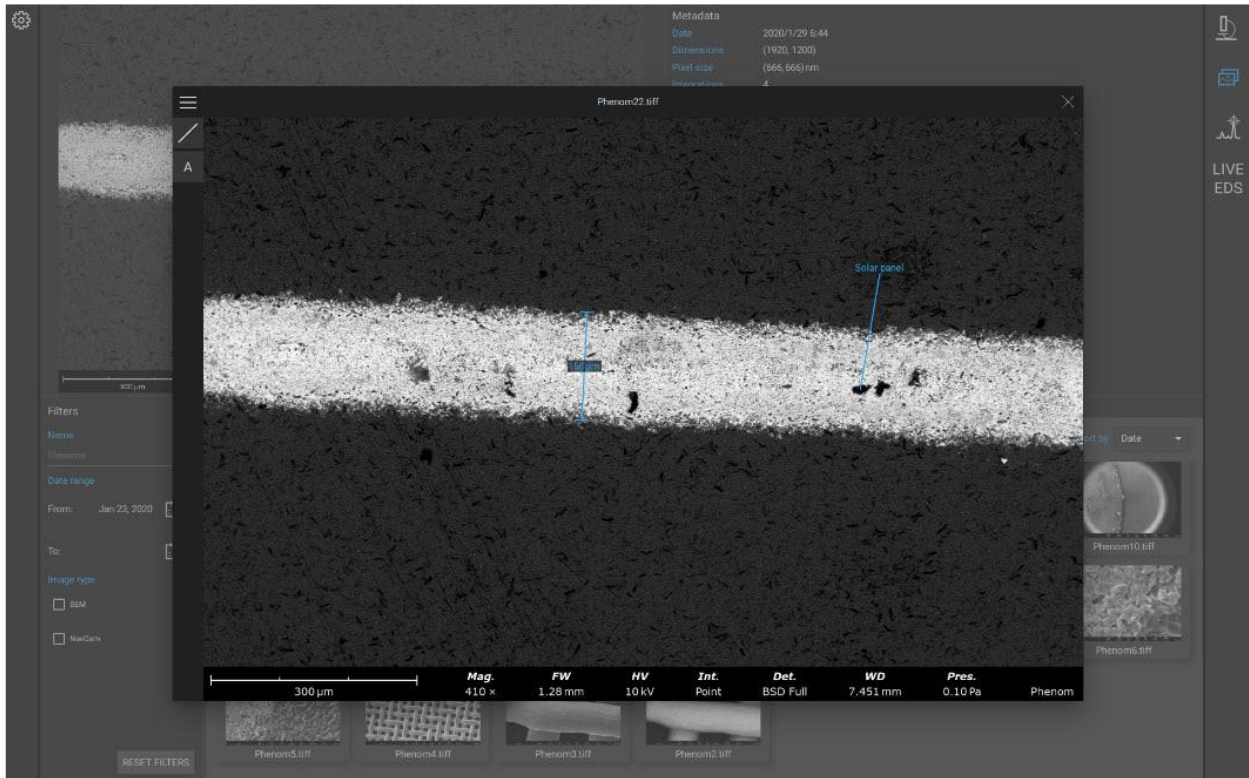


3.2.6 คลังภาพ (Gallery)

คลังภาพจะมีภาพทั้งหมดที่ถ่ายโดยเครื่อง ภาพสามารถตั้งการจัดเรียงตามวันที่หรือตามชื่อได้ การคลิกที่ปุ่มถึงขยจะสามารถลบภาพทีละภาพหรือหลายภาพได้



ด้านซ้ายของคลังภาพเป็นการตั้งค่าตัวกรองต่างๆ ที่สามารถเลือกได้ รูปภาพทั้งหมดสามารถกรองตามชื่อ วันที่ หรือประเภทได้



เมื่อคลิกที่ภาพเพื่อดูภาพขนาดใหญ่ หน้าต่าง Annotation จะเปิดขึ้น คลิกที่ไอคอนเส้นตรงเพื่อเพิ่มการวัดแบบเส้น และคลิกที่ 'A' เพื่อเพิ่มข้อความคำอธิบายประกอบ โดยจะถูกบันทึกอัตโนมัติภายในข้อมูลรูปภาพ ในการ Export ภาพให้คลิกที่ไอคอนเส้นแนวนอนสามเส้นเพื่อเลือกความละเอียดและประเภทไฟล์

3.2.7 การใช้งาน Live EDS

The screenshot displays the Live EDS software interface. The top portion features a large scanning electron microscope (SEM) image of a porous material with a blue rectangular region of interest. The bottom portion shows a smaller SEM image with a red 'LIVE' indicator, a periodic table, and a sidebar with controls and instructions.

Periodic Table:

1	H																	18	He						
2	Li	Be											10	Ne											
3	Na	Mg											18	Ar											
19	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr	
37	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	47	In	48	Sn	49	Sb	50	Te	51	I	52	Xe	
55	Cs	Ba	La		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn
87	Fr	Ra	Ac																		118	Og			
57	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	71	Lu									
89	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es														

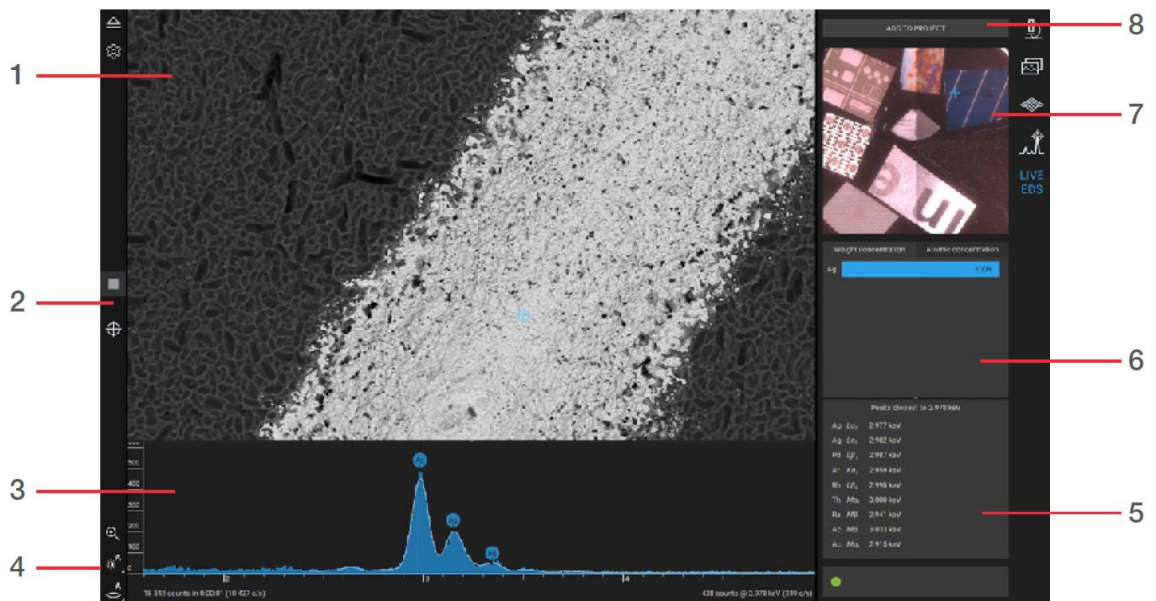
Instructions:

How to start an EDS measurement:
 1) Select a measurement type from the toolbar on the left.
 2) Clicking on the live SEM image will acquire an image, add it to this project and start an EDS measurement.

Automatically identify elements:

Warning: High voltage of the SEM is not optimal. Some elements might not be detectable.

คลิกที่ตัวเลือก “Live EDS” เพื่อเปิดการใช้งานการวิเคราะห์ธาตุด้วยเทคนิค EDS แบบ Live



1. ภาพ Live SEM
2. การควบคุม EDS เลือกเพื่อเริ่มและหยุดการวิเคราะห์ EDS แบบ Spot
3. หน้าจอแสดงผลสเปกตรัม แสดงสเปกตรัม EDS หลังจากการวัดแบบ Spot บนภาพ Live SEM
4. การควบคุม SEM ปรับค่า Magnification, Contrast/Brightness และโฟกัส
5. หน้าต่างแนะนำ Peak
5. การเลื่อนเมาส์ไปบนสเปกตรัมจะแสดงรายการ Peak ที่มีค่าใกล้เคียงกับตำแหน่งที่เลือกมากที่สุด
6. หน้าต่าง Quantification แสดงผลจากการคำนวณค่าความเข้มข้นโดยน้ำหนักหรืออะตอม
7. ภาพกล้องออปติคัลนำทาง NavCam
8. ตัวเลือก “Add to Project” คลิกเพื่อคัดลอกรูปภาพปัจจุบันและตำแหน่งจุดวัด EDS
9. เพื่อใช้ในการวัดกับแอปพลิเคชัน EID ซึ่งสามารถบันทึกผลไว้ในโปรเจกต์ได้

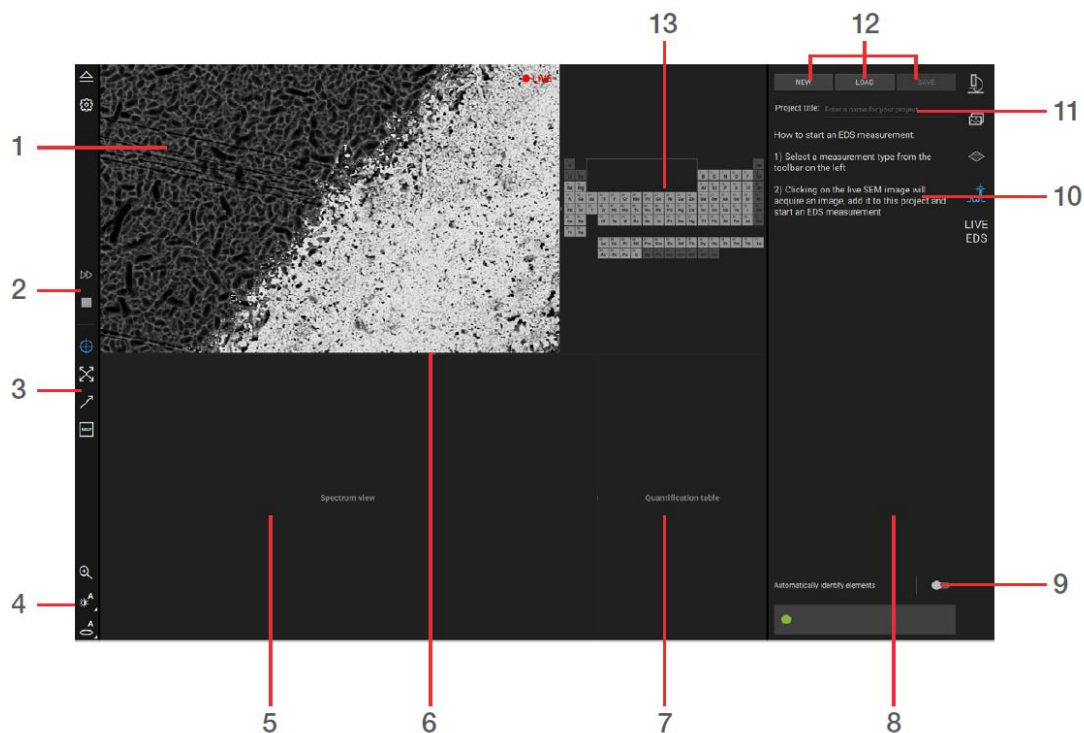
ขั้นตอนการใช้งาน Live EDS ทั่วไป

- คลิกที่ปุ่ม Live EDS เพื่อเปิดแอปพลิเคชัน
- ค้นหาตำแหน่งที่น่าสนใจโดยการนำทางผ่านหน้าจอ LiveSEM (1) หรือการนำทางด้วยกล้องออปติคัล (7)
- หากจำเป็นสามารถปรับ Magnification, Contrast/Brightness และโฟกัสด้วยปุ่มการควบคุม SEM (4)
- เลือกการวัด EDS แบบ Spot (2) และคลิกที่ตำแหน่งที่ต้องการในหน้าต่าง LiveSEM (1) ตรวจสอบผลลัพธ์ของสเปกตรัม (3) และการหาปริมาณ (6)
- หากต้องการทำการวิเคราะห์ EDS เฉพาะจุดอื่น เพียงกดบนปุ่ม "หยุด" (2) เพื่อให้ภาพ SEM ใช้งานได้อีกครั้ง ย้ายไปยังตำแหน่ง SEM อื่น (ถ้าจำเป็น) ปรับการตั้งค่า SEM (ถ้าจำเป็น) แล้วเลือกตำแหน่งอื่นที่น่าสนใจ

หมายเหตุ: การวัดตำแหน่งก่อนหน้าจะไม่ถูกเก็บไว้ ทุกๆการวัดใหม่จะเป็นการเขียนทับอันเก่า

- หากคุณต้องการบันทึกการวัดนี้ ให้คลิกที่ "Add to project" (8) แอปพลิเคชัน EID จะเปิดขึ้นและสามารถบันทึกหรือเพิ่มรูปภาพและผลจากการวัดได้

3.2.8 แอปพลิเคชัน EID



1. แสดงภาพ SEM

จอแสดงผลภาพ SEM ของพื้นที่ที่สนใจที่เลือกไว้ สามารถเลือกตำแหน่งการวัดได้ ถ้าภาพ SEM เป็นภาพ Live สัญญาณสีแดงจะปรากฏที่มุมบนขวาของภาพ

2. การควบคุมการวัด

สามารถข้ามการวิเคราะห์ไปสู่การวิเคราะห์ถัดไปในคิวหรือหยุดการวิเคราะห์ทั้งหมด

3. รายการประเภทการวัด

สามารถเลือกการวิเคราะห์แบบ Point, Area, Line หรือ Mapping ได้

4. การควบคุม SEM

ปรับค่า Magnification, Contrast/Brightness และโฟกัส

5. หน้าต่าง Quantification

แสดงผลจากการคำนวณค่าความเข้มข้นโดยน้ำหนักหรืออะตอมพร้อมกันกับหน้าต่างแนะนำ Peak

6. พื้นที่แจ้งเตือน

แสดงการแจ้งเตือนที่เกี่ยวข้องกับแอปพลิเคชัน EID

7. การระบุ Peak แบบอัตโนมัติ

ใช้ปุ่มสลับเพื่อเปิด/ปิดอัตโนมัติ การระบุธาตุที่แต่ละ Peak ของ EDS

8. ปุ่ม Live

คลิกเพื่อแสดงหน้าจอภาพ Live SEM หลัก

9. หน้าจอแสดงผลสเปกตรัม

แสดงสเปกตรัม EDS ที่ได้ก่อนหน้าหรือปัจจุบัน

10. การปรับขนาดของหน้าต่างย่อย

คลิกและลากเส้นระหว่างหน้าต่างย่อยเพื่อปรับขนาด

11. ชื่อโปรเจค

ช่องข้อความสำหรับพิมพ์ชื่อโปรเจค

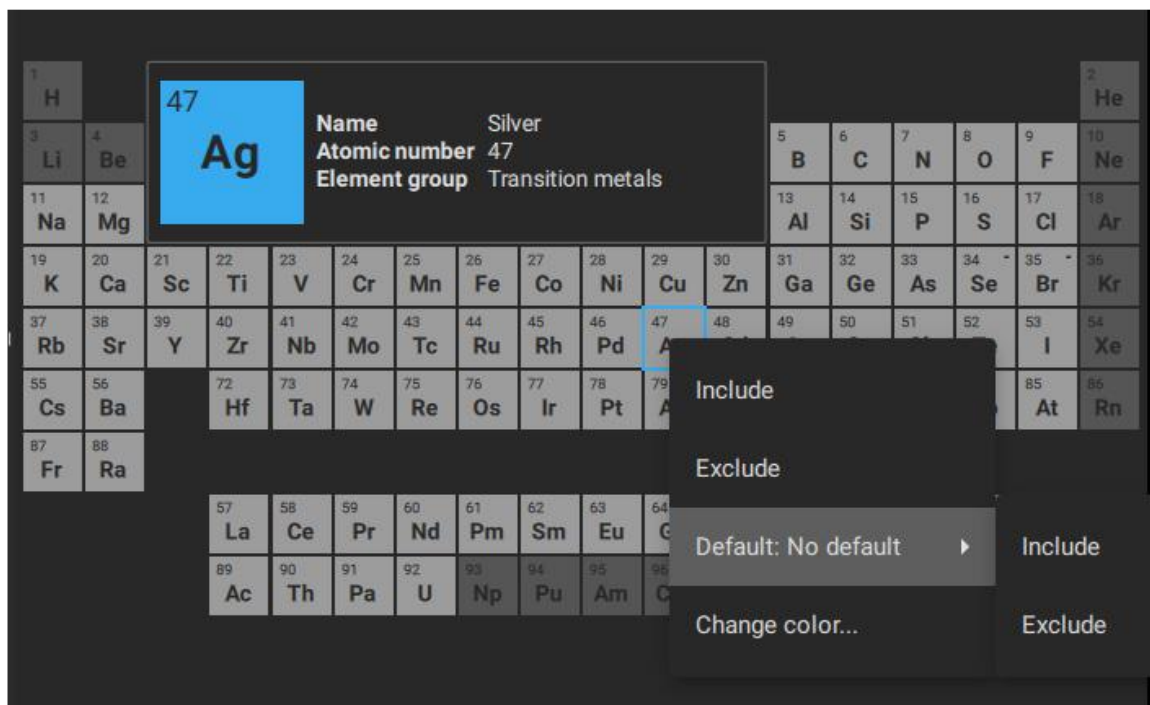
12. ปุ่ม New, Load และ Save

NEW เริ่มโปรเจค EID ใหม่

LOAD เปิดไฟล์จาก Windows เพื่อเลือกโปรเจค EID ที่บันทึกไว้ก่อนหน้านี้

SAVE บันทึกไฟล์โปรเจค EID ปัจจุบันลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์

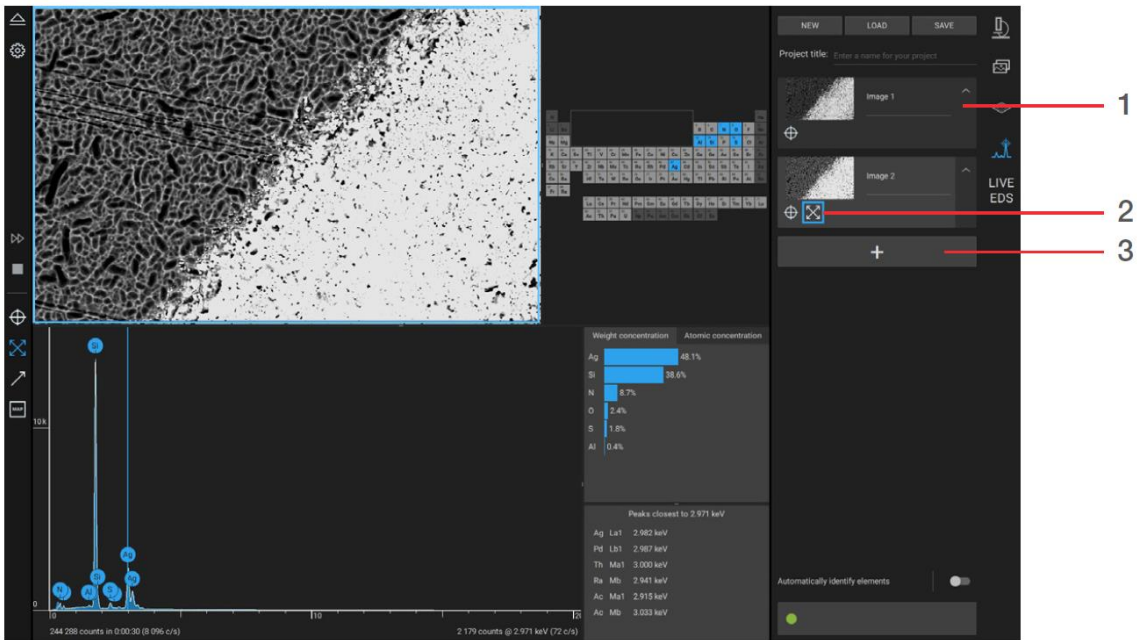
13. ตารางธาตุ



- คลิกเมาส์ซ้ายที่ธาตุเพื่อดูข้อมูลเพิ่มเติม
- คลิกเมาส์ขวานธาตุเพื่อขยายเมนูย่อย:
--Include: รวมธาตุนั้นในการวิเคราะห์ EID ปัจจุบัน

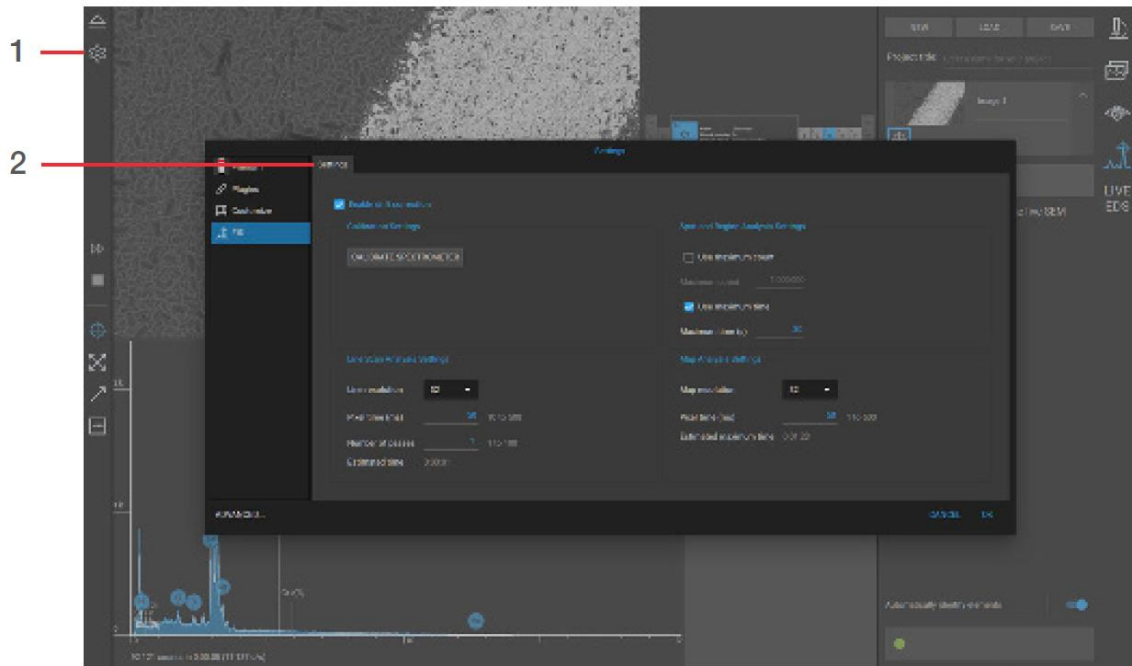
- Exclude: ไม่รวมธาตุนั้นในการวิเคราะห์ EID ปัจจุบัน (นำธาตุนั้นออกไม่ต้องรายงานผล)
- Default - Include: รวมธาตุนั้นในการวิเคราะห์ EID ใด ๆ อย่างถาวร
- Default - Exclude: ไม่รวมธาตุนั้นในการวิเคราะห์ EID ใด ๆ อย่างถาวร
- Change color: แสดงตัวเลือกสีที่จะแสดงธาตุที่เลือกในการวิเคราะห์ EDS แบบ Mapping

3.2.8.1 แถบการวัด EID



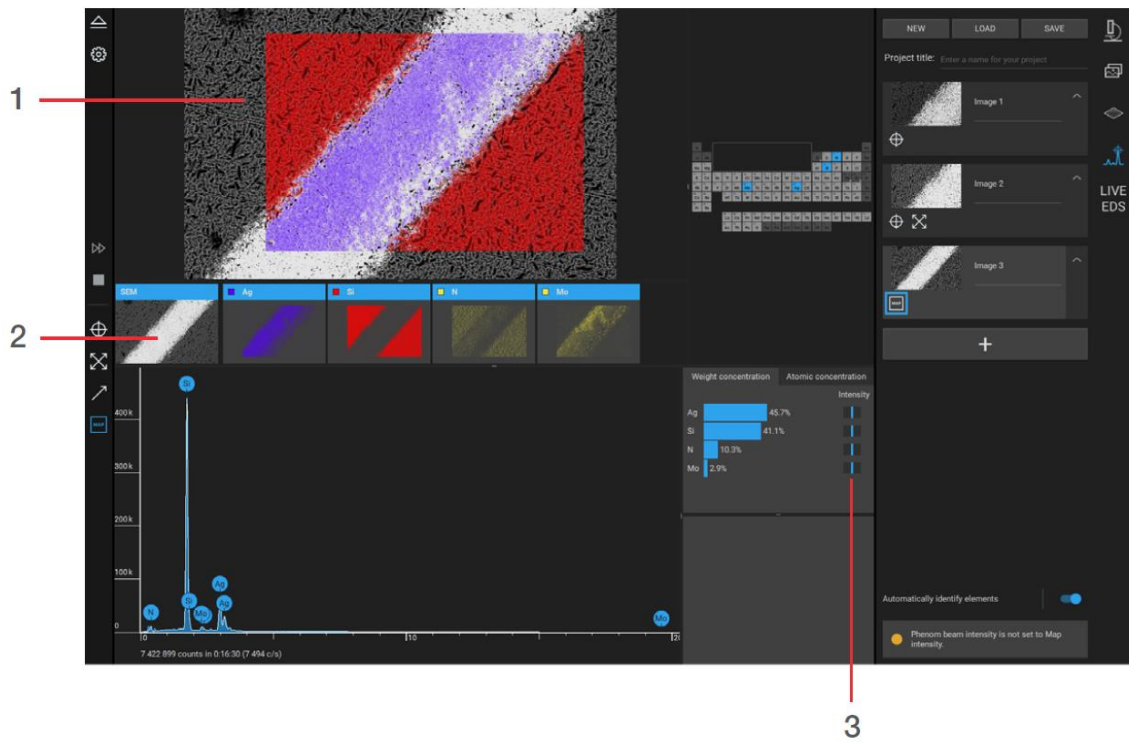
1. รายการภาพถ่าย SEM ที่มีการวัด EID อย่างน้อยหนึ่งรายการ
2. รายการวัด EID ที่ดำเนินการแล้ว (หรืออยู่ในคิว) ของแต่ละภาพ SEM
3. เมื่อคลิกที่ปุ่มบวกหน้าจอก็จะแสดงจอ Live SEM และเปิดใช้งานการควบคุม SEM เลือกคลิกตำแหน่งในการวัด EID บนตำแหน่งที่สนใจจะได้ภาพ SEM มาและเริ่มการวัด EID

3.2.8.2 หน้าจอการตั้งค่า EID



1. ปุ่มการตั้งค่า เมื่อคลิกในขณะที่เปิดแอปพลิเคชัน EID อยู่ การตั้งค่า EID จะปรากฏขึ้น
2. หน้าจอการตั้งค่า EID
 - แท็บ EID สามารถสอบเทียบสเปกโตรมิเตอร์ได้ที่นี้ (Calibration) ตัวช่วยพร้อมคำแนะนำจะปรากฏขึ้น
 - แท็บ Spot ตั้งค่าพารามิเตอร์การวัด EID Spot
 - แท็บ Linescan ตั้งค่าพารามิเตอร์การวัด EID Linescan
 - แท็บ Mapping ตั้งค่าพารามิเตอร์การวัด EID Map

3.2.8.3 หน้าจอการวิเคราะห์ EID แบบ Mapping



1. แสดงภาพ SEM แผนที่ EID แบบสีจะซ้อนทับบนภาพ SEM
2. แสดงภาพขนาดย่อ ภาพขนาดย่อของ SEM และแผนที่ของแต่ละธาตุจะปรากฏขึ้น
3. แถบความเข้มข้นของธาตุ (Intensity bar) สามารถลากไปทางซ้ายหรือขวาเพื่อเปลี่ยนน้ำหนักการแสดงผลของแต่ละธาตุบนแผนที่

3.3 วิธีแก้ไข SEM เมื่อกำลัง SEM มองไม่เห็นตัวอย่าง

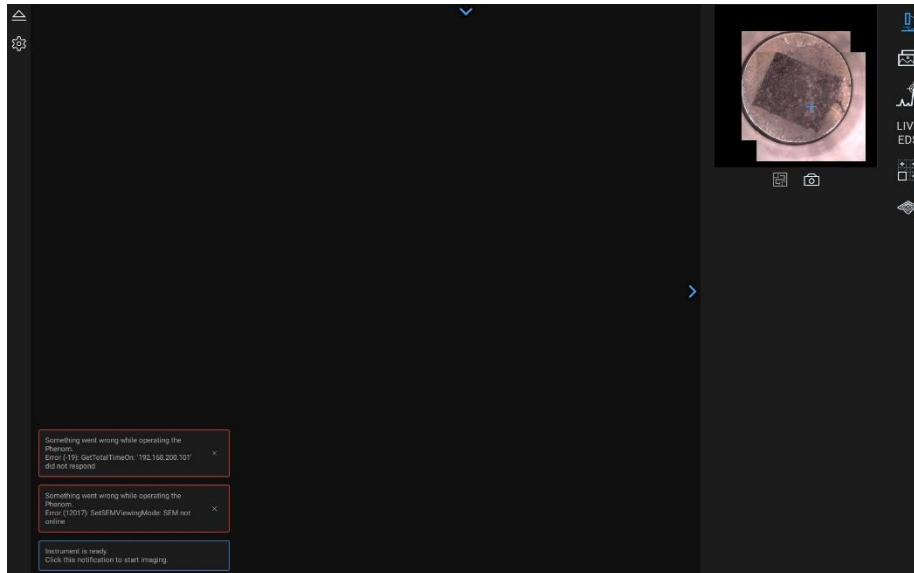
3.3.1 เช็การอัปเดตของ window (ถ้าวินโดวอัปเดตต้องรีสตาร์ทเครื่องคอมพิวเตอร์ใหม่)

3.3.2 การ reset camera ใหม่

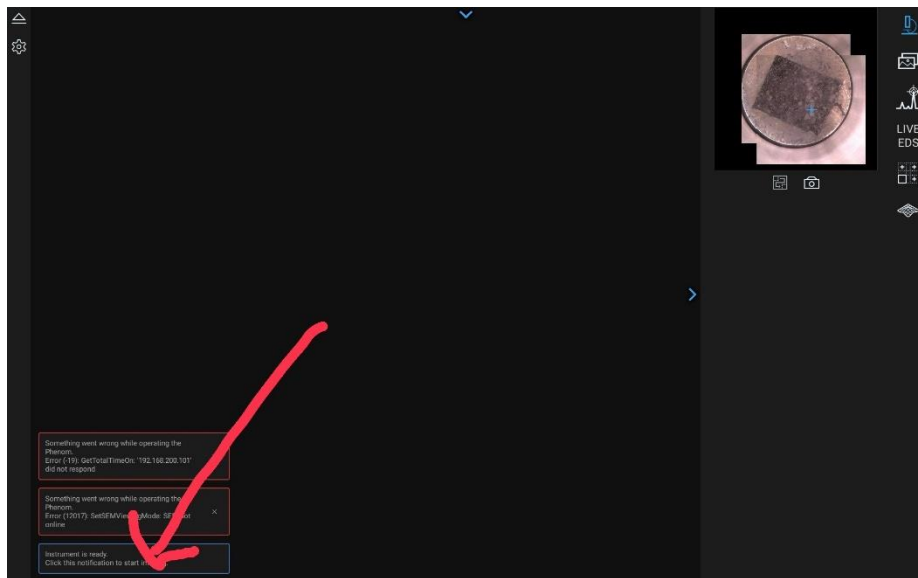
3.3.2.1 กดปุ่ม reset ที่หลังเครื่อง Phenom (ใช้ไขควงเล็กๆ กด) ดังรูป



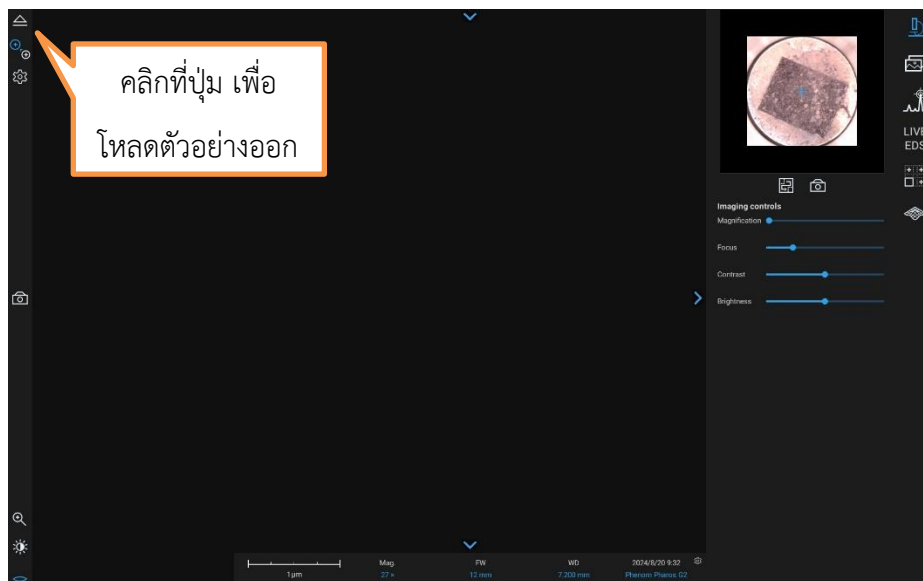
3.3.2.2 รอให้เครื่อง Phenom reset ใหม่แล้วจะปรากฏข้อความ Instrument is ready Click this notification to start imaging ที่หน้าจอ ล่างซ้าย ดังรูป



3.3.2.3 คลิกที่ข้อความ Instrument is ready Click this notification to start imaging และคลิกปิดช่องข้อความสีแดงที่มุมล่างซ้ายทั้งหมด ดังรูป



3.3.2.4 โหลดตัวอย่างออกจากเครื่อง โดยคลิกที่ หน้าจอมุมบนซ้าย ดังรูป

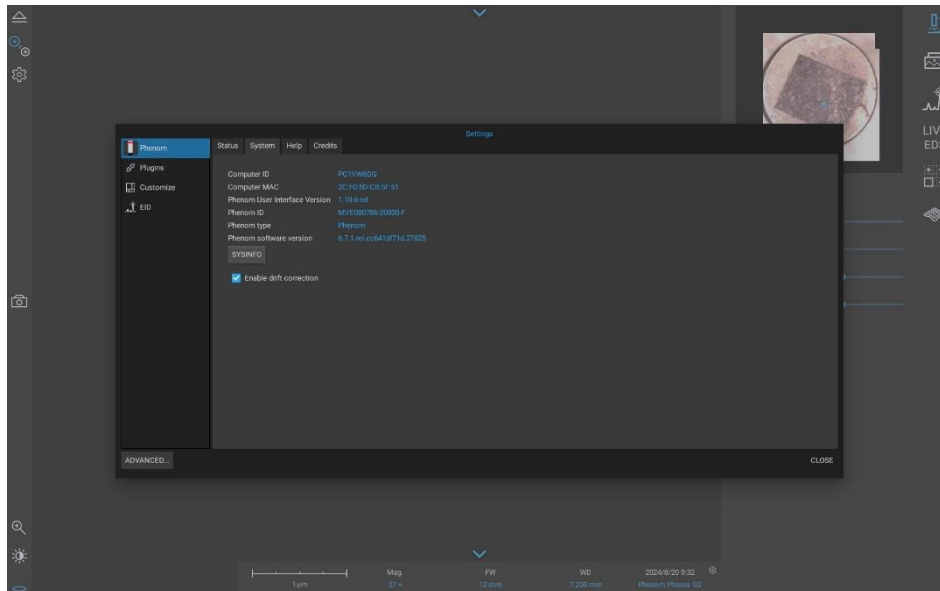


3.3.2.5 ดำเนินการขั้นตอนการวิเคราะห์ใหม่อีกครั้ง

3.4 วิธีการนำข้อมูลรายงานการใช้เครื่องออกจากเครื่อง

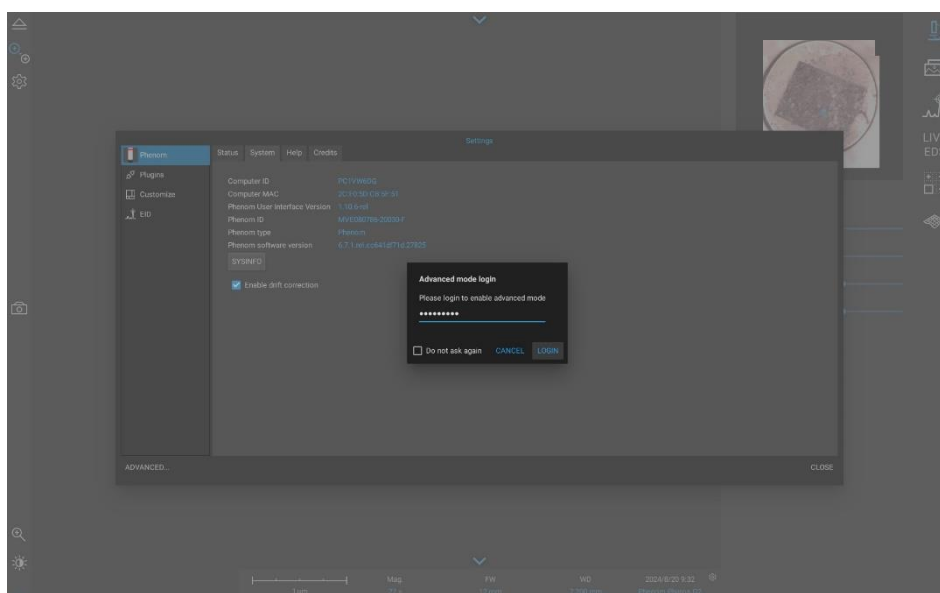
เป็นการการนำข้อมูลรายงานการใช้เครื่องออกจากเครื่องเพื่อให้ช่างเทคนิคตรวจสอบการทำงานของเครื่อง เพื่อตรวจเช็คการทำงานของเครื่อง

3.4.1 คลิกที่ setting  เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง ADVANCE ดังรูป

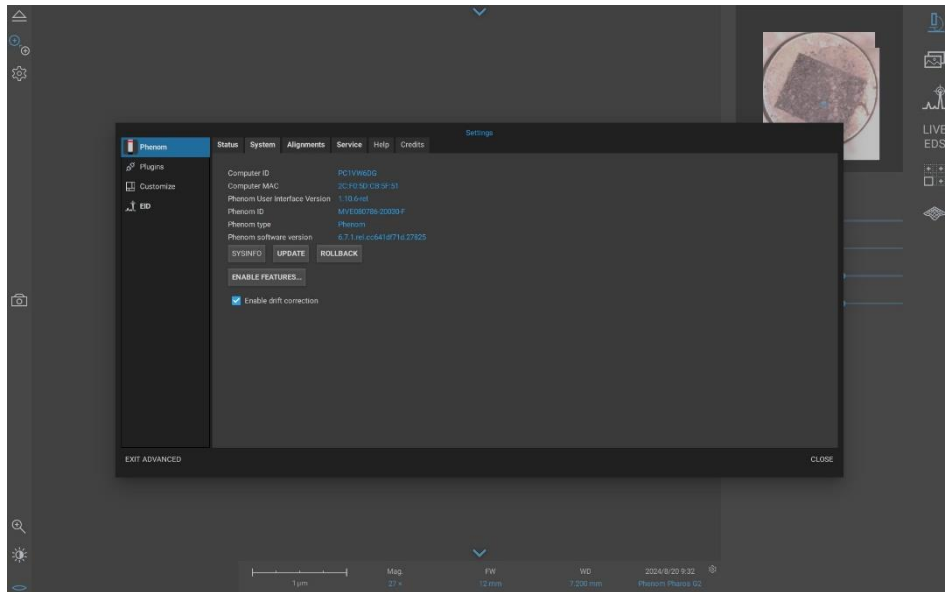


3.4.2 คลิกที่ ADVANCE ที่มุมล่างซ้าย

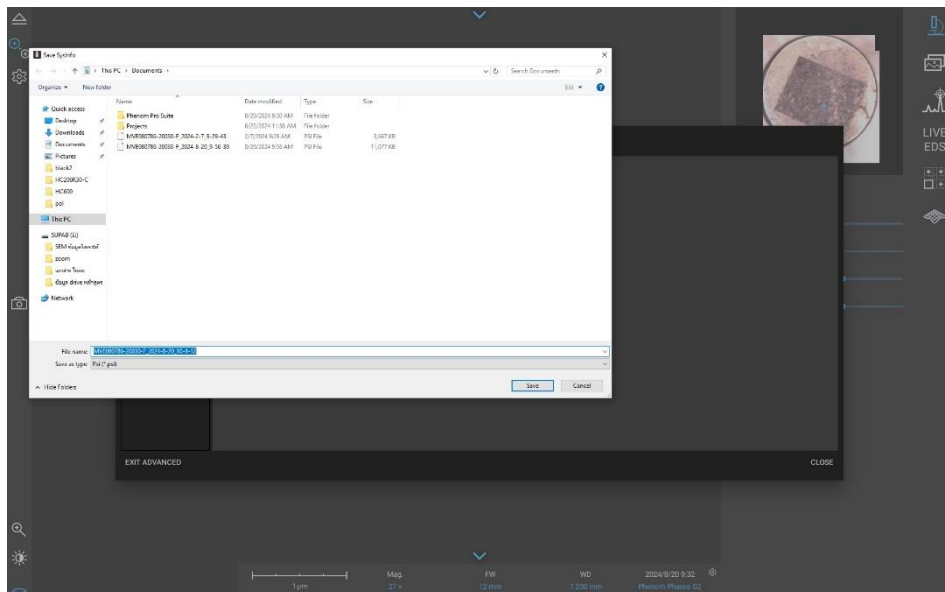
3.4.3 ใส่ Password “supportme” และคลิก LOGTN



3.4.5 คลิกที่ Phenom เลือกเมนูย่อย System คลิกที่ SYSINFO ดังรูป



3.4.6 เมื่อคลิกที่ SYSINFO จะปรากฏหน้าต่างให้ SAVE ให้คลิก SAVE เครื่องจะบันทึกรายงานการใช้งานเครื่อง



3.5 การเปิดเครื่อง SEM

3.5.1 เปิดฝาครอบเครื่อง SEM โดยการผลักฝาครอบเครื่องไปข้างหลังและดึงขึ้นไปด้านบน (มีน้ำหนัก
กรุณาเปิดอย่างระมัดระวัง)

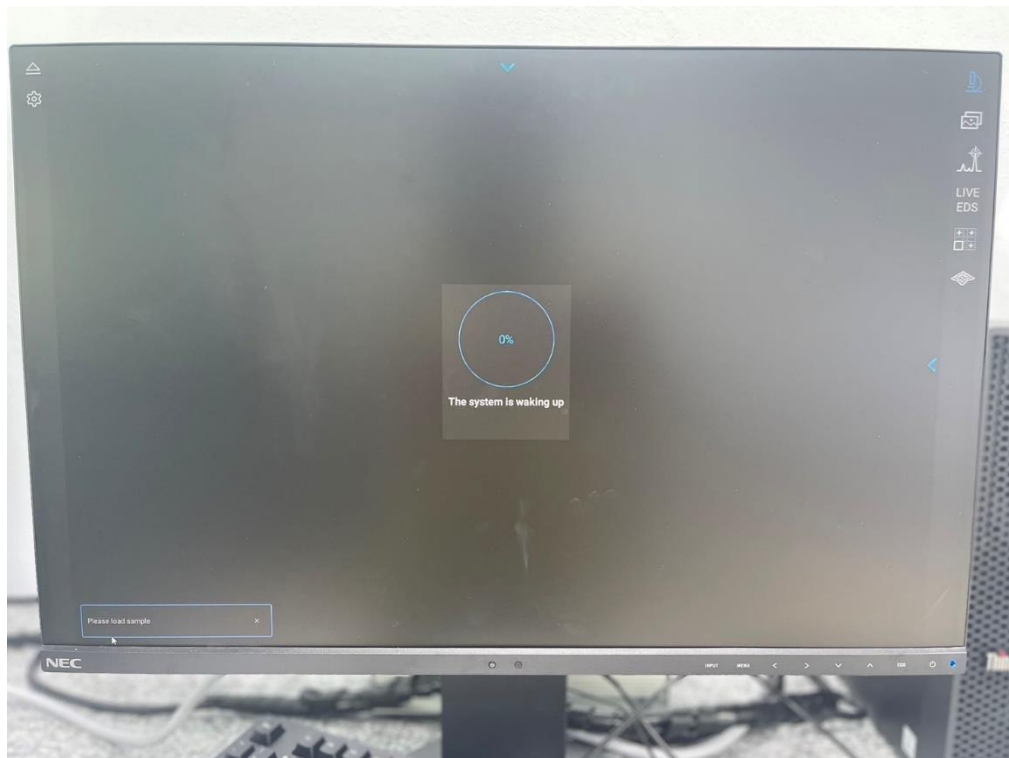


3.5.2 เปิดสวิตช์ Controller



3.5.3 เปิดคอมพิวเตอร์ รอประมาณ 2-3 นาที

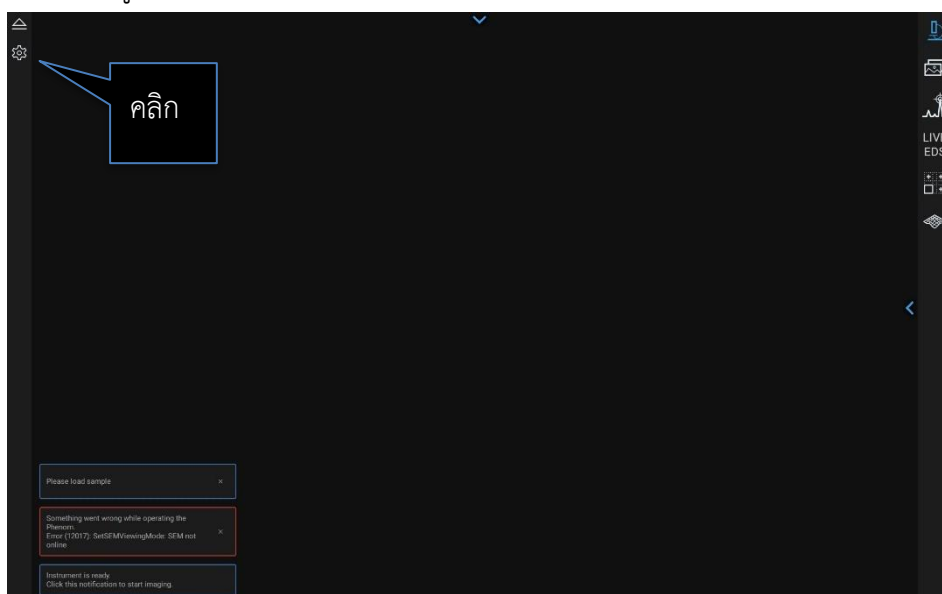
3.5.4 เปิดโปรแกรม Phenom User Interface ที่หน้าจอ เครื่องจะเข้าสู่กระบวนการเปิดโดยอัตโนมัติ และแสดงสัญลักษณ์ ดังรูป



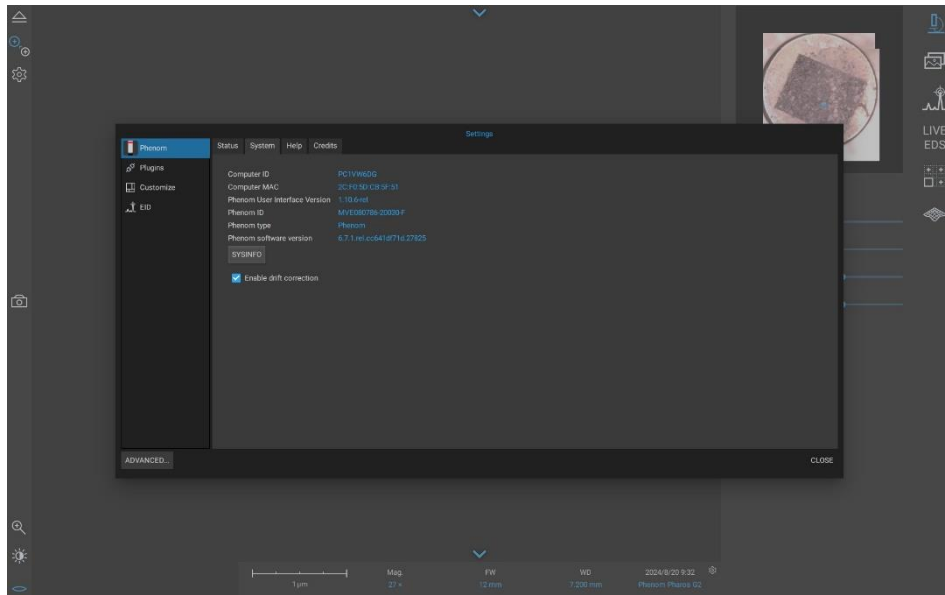
3.5.5 รอให้เครื่องเปิดระบบการทำงานประมาณ 72 ชั่วโมง

3.6 การปิดเครื่อง SEM

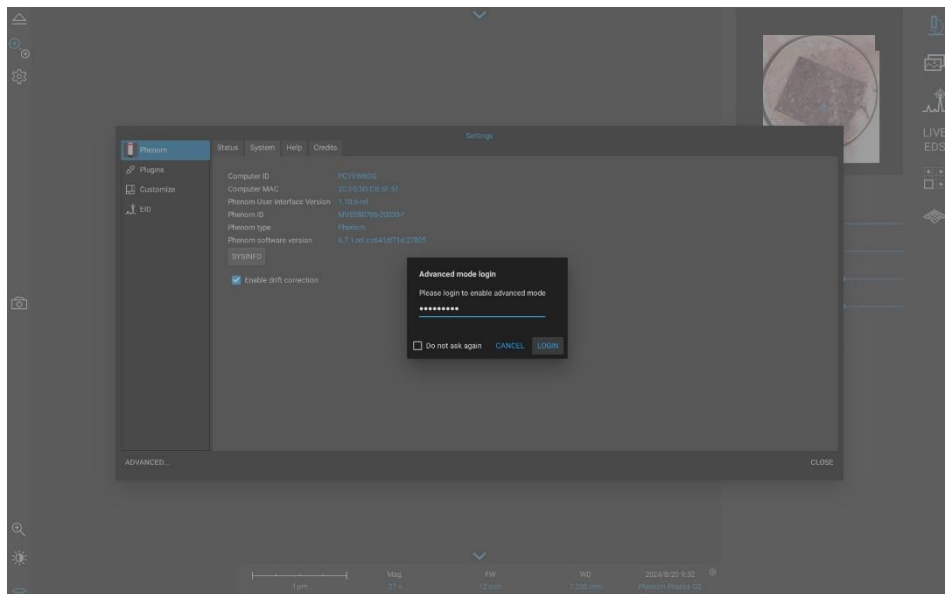
3.6.1 ไปที่เมนูการตั้งค่าของโปรแกรม Phenom User Interface



3.6.2 คลิกที่ setting  เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง ADVANCE ดังรูป



3.6.3 คลิกที่ ADVANCE ที่มุมล่างซ้าย ใส่ Password “supportme” และคลิก LOGTN



3.6.4 คลิกที่ Phenom เลือกเมนูย่อย Status คลิกที่ power off

3.6.5 เครื่องจะบอกสถานะการทำงานเพื่อปิดเครื่องใช้เวลา 58 นาที

3.6.6 เครื่องแจ้งให้สามารถปิดเครื่องได้ คลิก OK

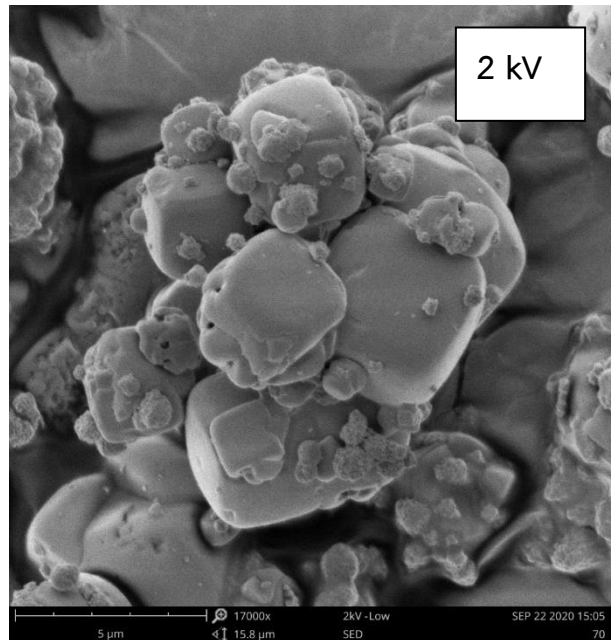
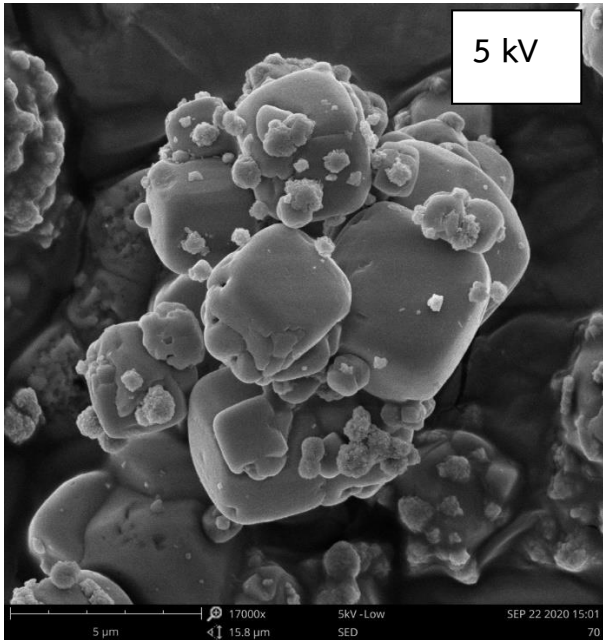
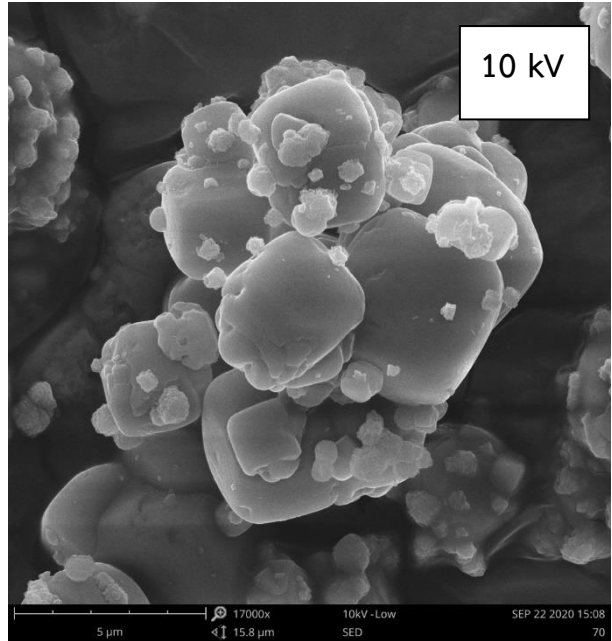
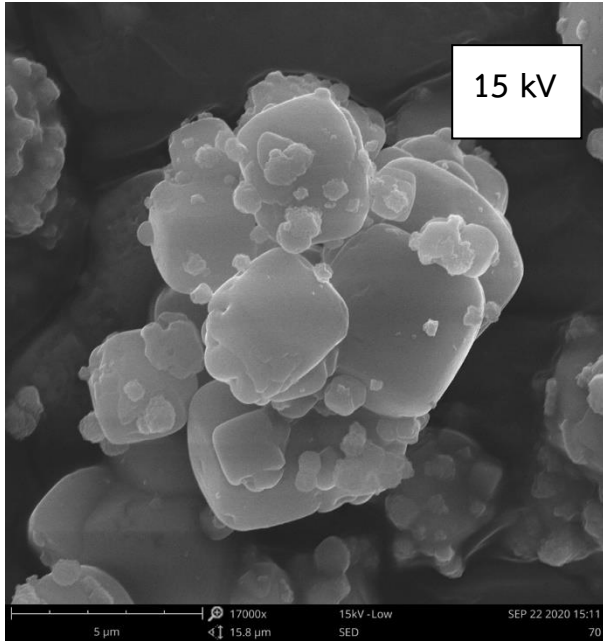
3.6.7 ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์

3.6.8 ปิดสวิตช์ Controller

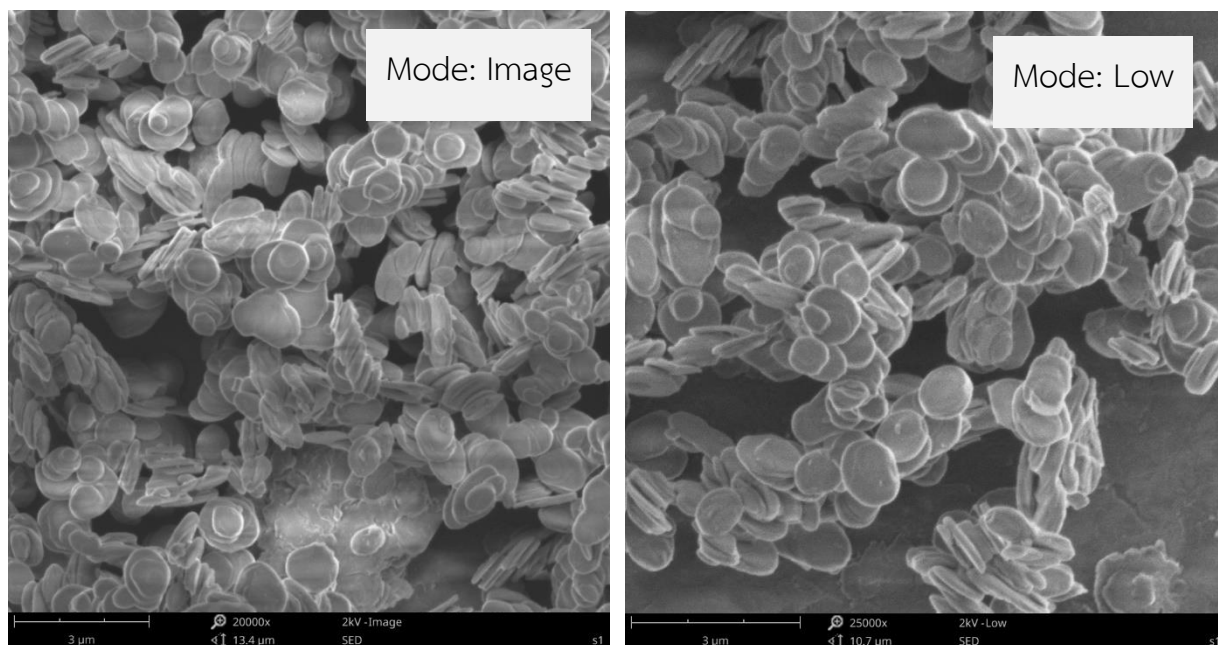
ขั้นตอนที่ 4

ตัวอย่างภาพที่ได้จากการใช้กล้อง SEM

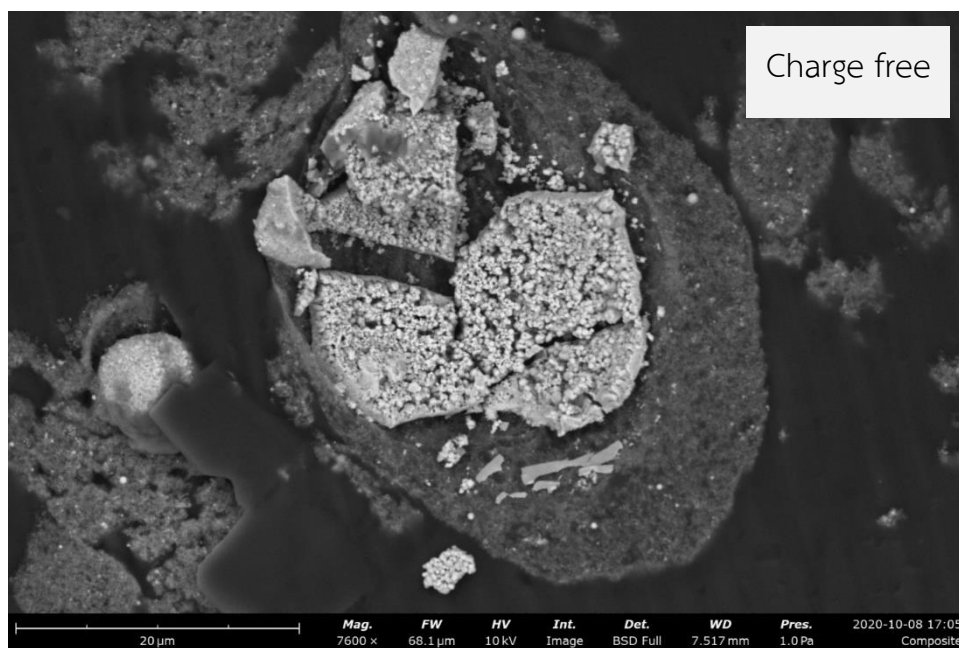
Case Studies : Lower the accelerating voltage

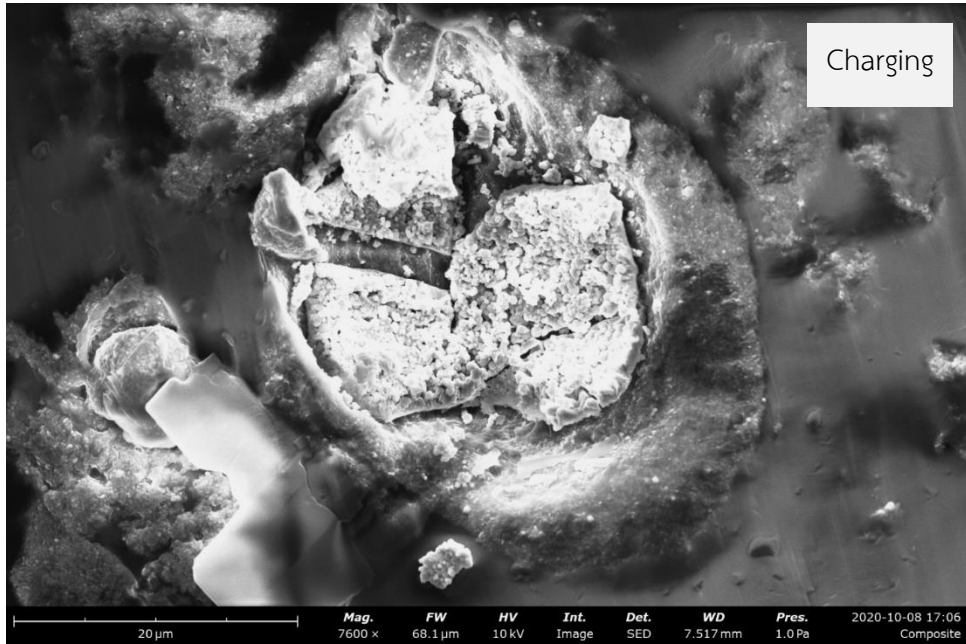


Case Studies : Lower spot size

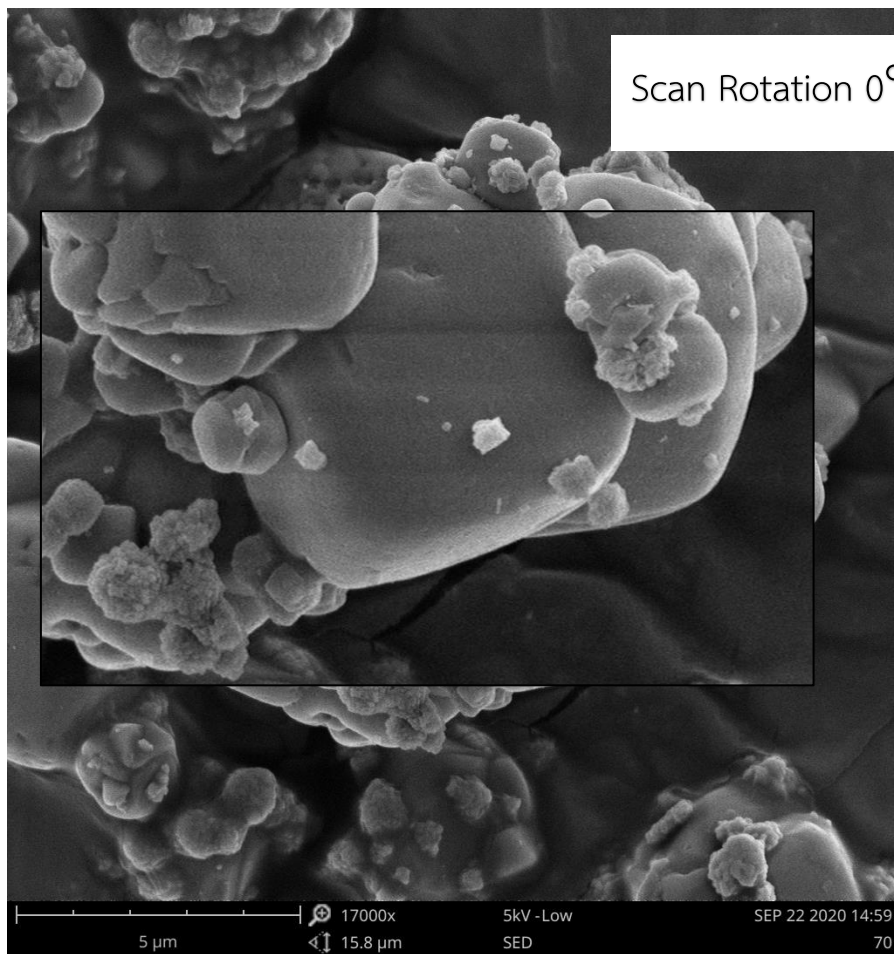


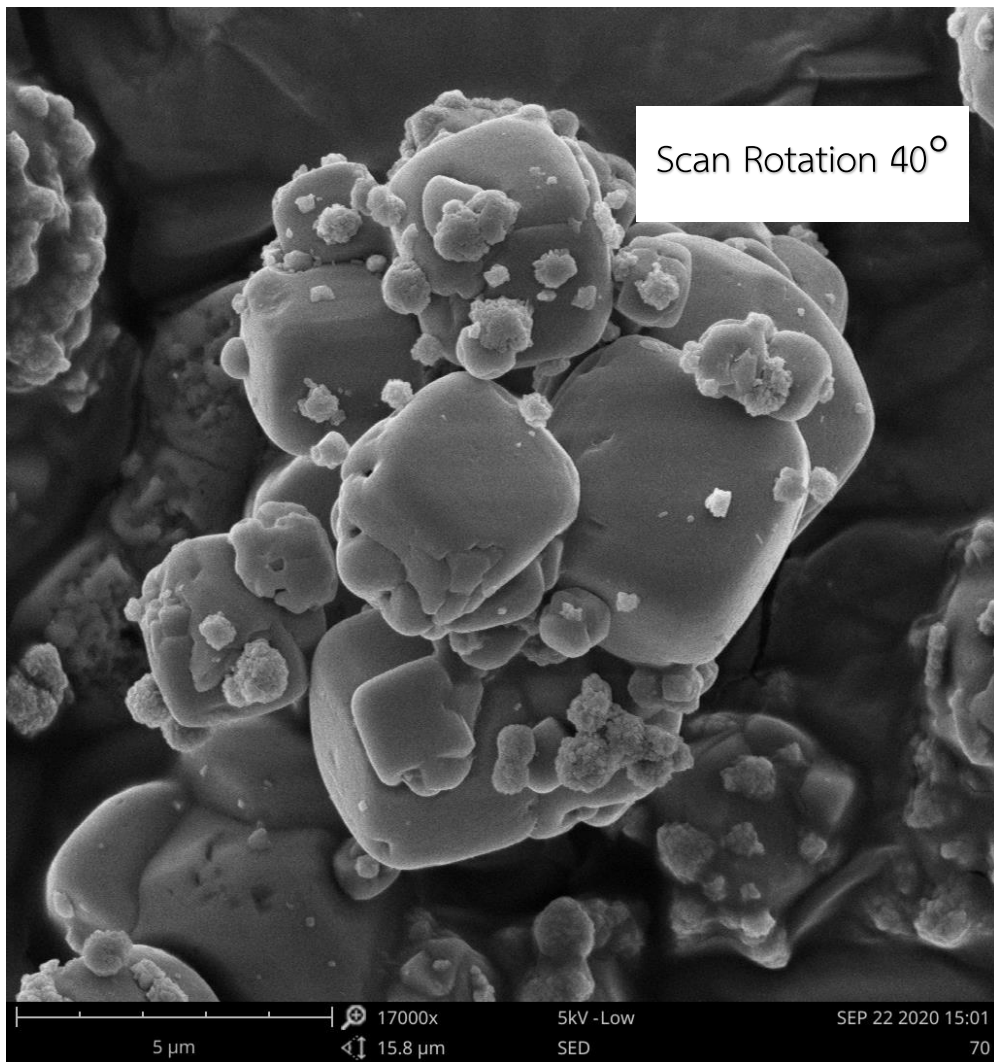
Case Studies : Choose the right detector



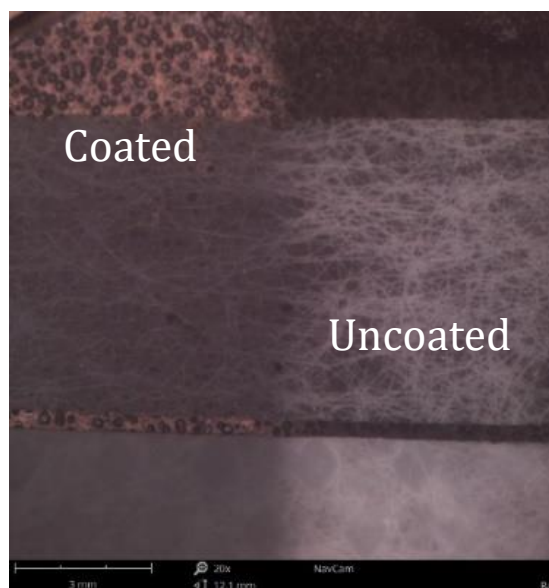


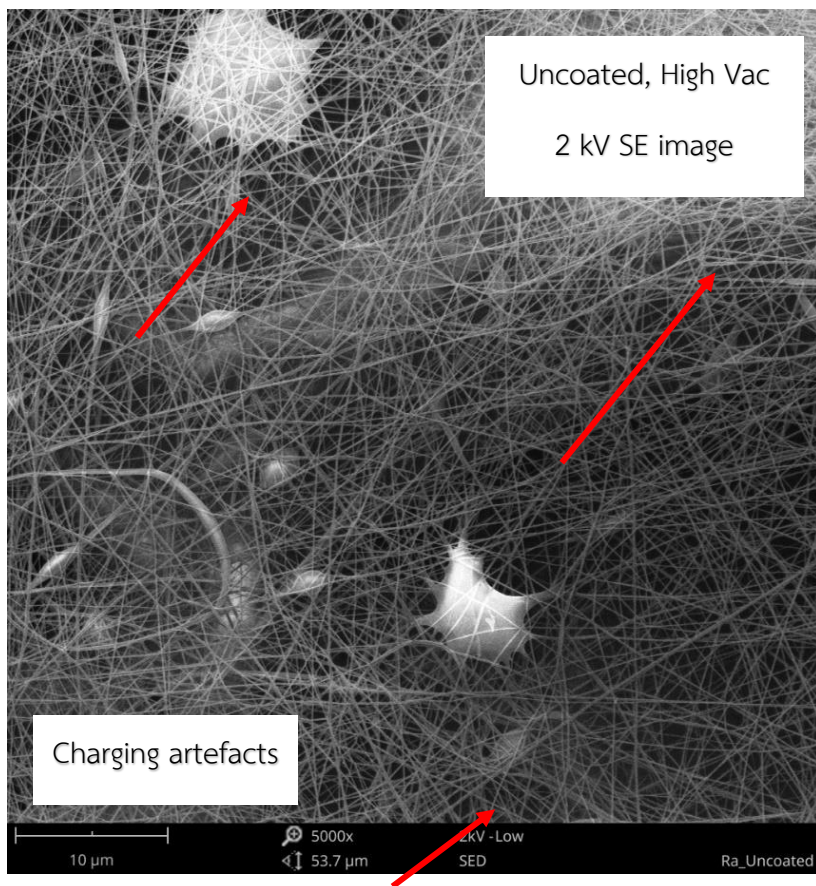
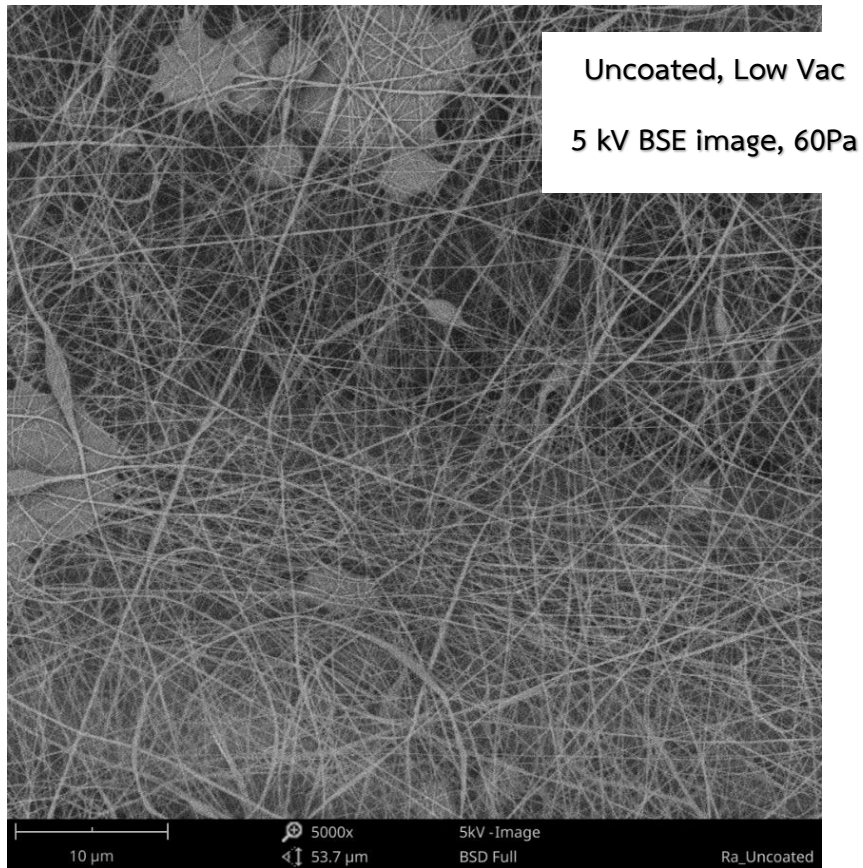
Case Studies : Scan rotation

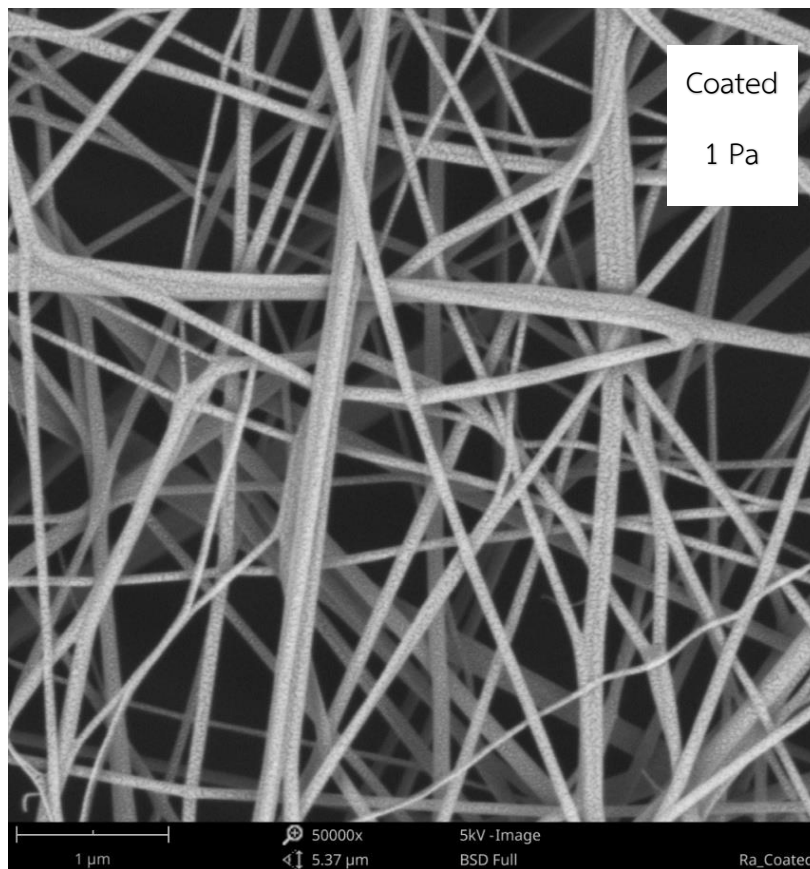
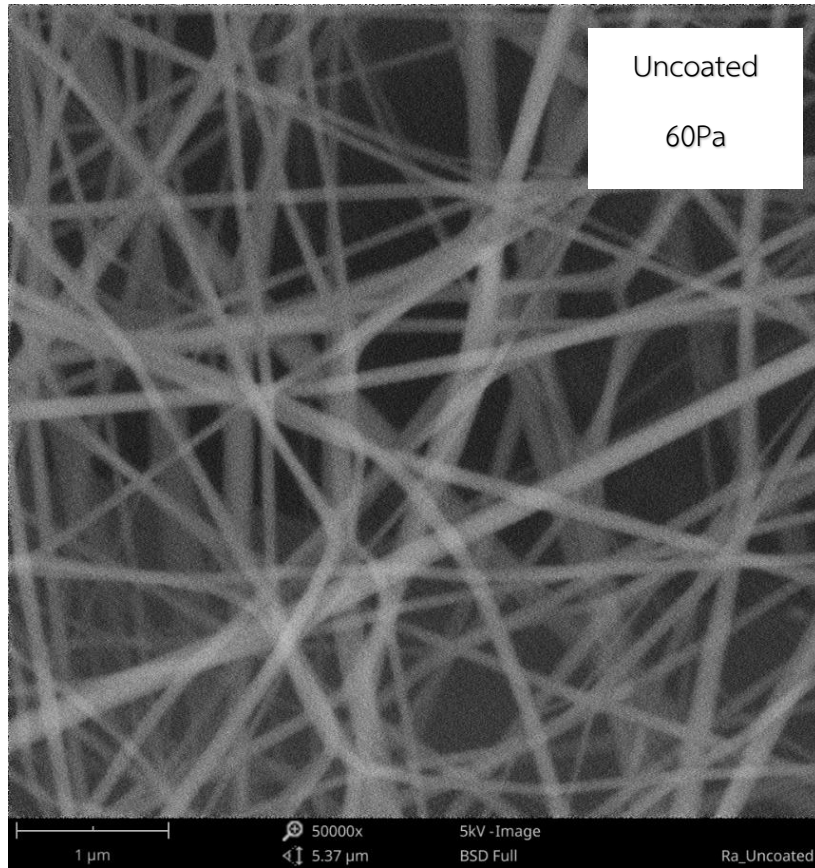




Case Studies : Specimen Preparation Tips

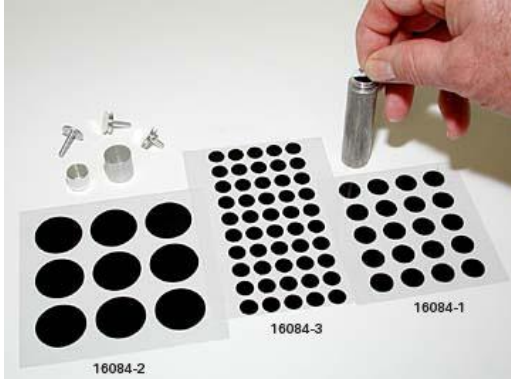






List of Basic Accessories Recommended

Carbon Conductive Tabs, Double Adhesive Sides



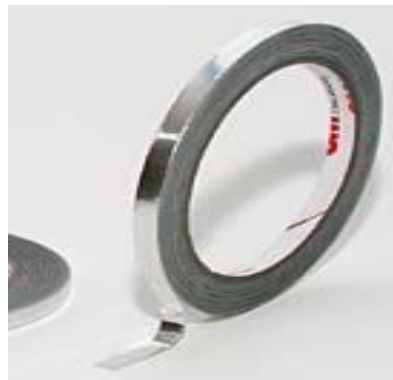
Copper Conductive Tape, Double Adhesive Sides



Copper Conductive Tape, Single Adhesive Surface



Aluminum Conductive Tape, Single Adhesive Surface



Conductive Carbon Paint + Thinner for Carbon Paint



Silver Paint



Al Stub (Ø10mm, Ø25mm)



Sample Mounting Plate



Ultrasonic Cleaner



Cif Cleaner



Lint free Cloth



Powder-free Glove

Sample Box



Desiccators





Pipett



Filter



Volumetric



Plastic Mini

Cocktail sticks



Dust Off



Spatula



Cotton buds



Filtration Membrane

