



วิธีการปฏิบัติงานเครื่อง Scanning electron microscope (SEM) รุ่น TM4000Plus  
วันที่บังคับใช้ 3 มกราคม 2567  
ศูนย์เครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

หมายเลขเอกสาร WI-CLMSU-02-Rev00  
แก้ไขครั้งที่ 00  
หน้า 1 จาก 15

# วิธีการปฏิบัติงานเครื่อง Scanning electron microscope (SEM) รุ่น TM4000Plus

หมายเลขเอกสาร WI-CLMSU-02-Rev00

แก้ไขครั้งที่ 00

วันที่มีผลบังคับใช้ 3 มกราคม 2567

ผู้จัดทำ

(นางสาวรุ่งทิพย์ มาตี)  
นักวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติการ

ผู้ทบทวน

(นายพนพิทย์ ศรีเวียงธนาริ)  
ผู้รักษาการในตำแหน่ง  
ผู้อำนวยการกองส่งเสริมการวิจัย  
และบริการวิชาการ

ผู้อนุมัติ

(ศาสตราจารย์อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง)  
รองอธิการบดีฝ่ายพัฒนาโครงสร้าง  
พื้นฐาน วิจัย และนวัตกรรม  
125266

เอกสารไม่ควบคุม





## 1. วัตถุประสงค์

- 1.1. เพื่อเป็นคู่มือการปฏิบัติงานเครื่อง Scanning electron microscope (SEM) รุ่น TM4000Plus ยี่ห้อ HITACHI อย่างถูกต้องเป็นหลักการตามมาตรฐานเดียวกัน
- 1.2. เพื่อการบำรุงรักษา และยืดอายุการใช้งานเครื่อง Scanning electron microscope (SEM) รุ่น TM4000Plus ยี่ห้อ HITACHI
- 1.3. เพื่อป้องกันความเสียหายของเครื่อง Scanning electron microscope (SEM) รุ่น TM4000Plus ยี่ห้อ HITACHI และลดข้อผิดพลาดจากการปฏิบัติงาน

## 2. ขอบเขต

คู่มือนี้สำหรับผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย เพื่อใช้ปฏิบัติงานและบำรุงรักษาเครื่อง Scanning electron microscope (SEM) รุ่น TM4000Plus ยี่ห้อ HITACHI ภายในศูนย์เครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนและหลังบริการ รวมถึงการบำรุงรักษาตามตาราง

## 3. เอกสารอ้างอิง

- 3.1. เอกสารสนับสนุน TABLETOP MICROSCOPE TM4000/TM4000Plus INSTRUCTION MANUAL (SD-CLMSU-02-Rev00)

## 4. คำจำกัดความ

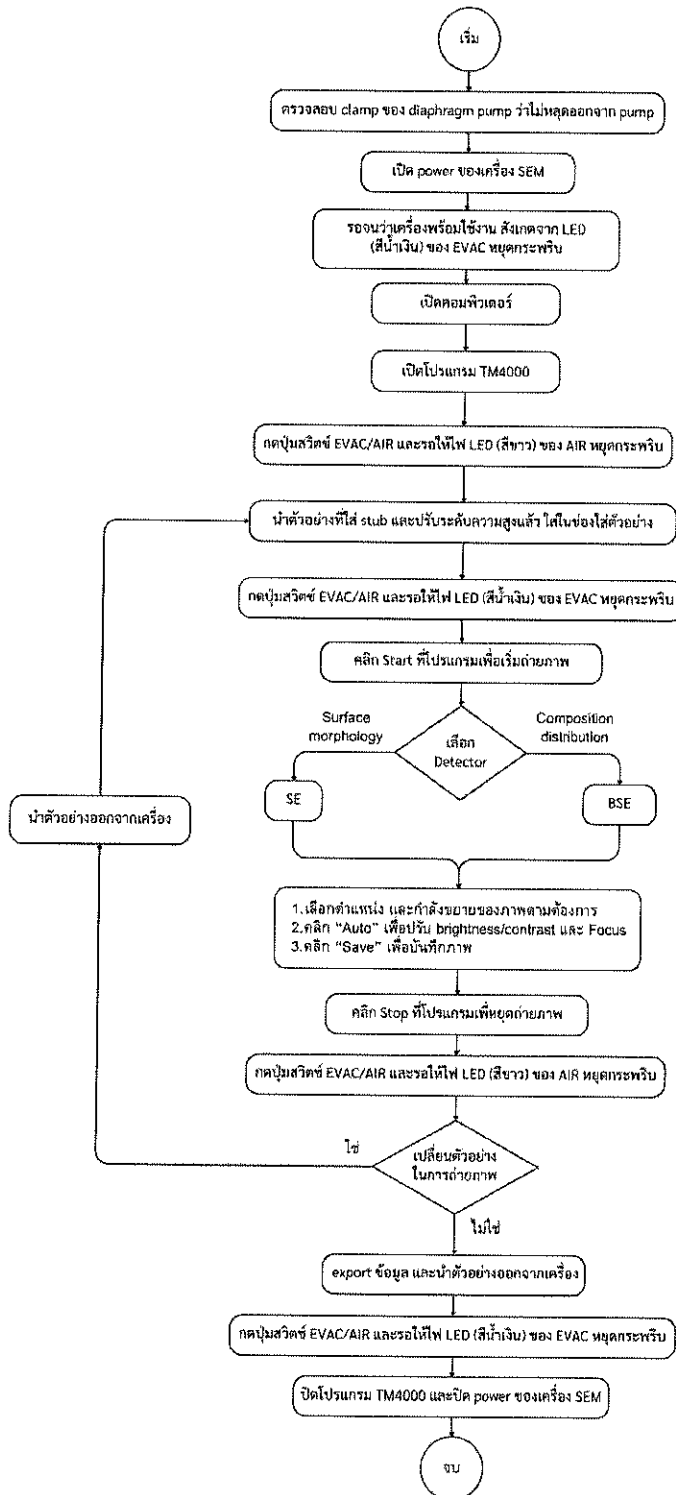
Chamber	หมายถึง ช่องใส่ตัวอย่าง
Stub	หมายถึง ฐานสำหรับวางตัวอย่าง
Specimen	หมายถึง ตัวอย่างที่ต้องการถ่ายภาพ ควรมีลักษณะแห้ง ไม่มีความชื้น และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 3 เซนติเมตร ความหนาไม่เกิน 4 เซนติเมตร

## 5. สภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการต้องสะอาด มีอุณหภูมิระหว่าง 15 ถึง 30 องศาเซลเซียส และต้องรักษาความชื้นไม่เกิน 70%RH



## 6. แผนผังการปฏิบัติงานเครื่อง Scanning electron microscope (SEM) รุ่น TM4000Plus

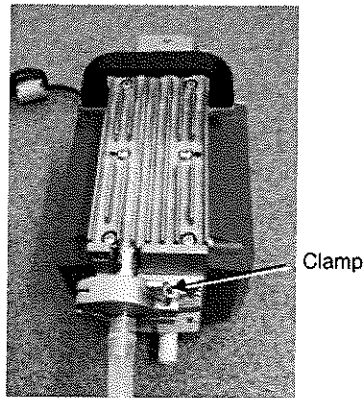




## 7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

### 7.1. ก่อนเปิดเครื่องให้ตรวจสอบรายการ ดังนี้

7.1.1. ตรวจสอบ clamp ของ diaphragm pump ว่ายังแน่น และไม่หลุดออกจาก diaphragm pump  
ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 diaphragm pump

7.1.2. ยก breaker (หมายเลข 1) บริเวณหลังเครื่อง ดังแสดงในรูปที่ 2

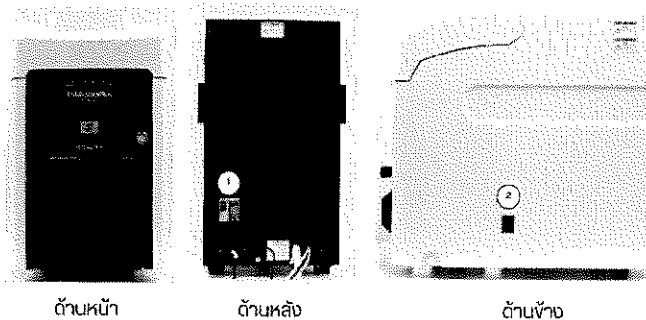
### 7.2. การเปิดเครื่อง SEM

7.2.1. กดปุ่ม power (หมายเลข 2) ของเครื่องฯ ดังแสดงในรูปที่ 2

7.2.2. รอจนว่าเครื่องพร้อมใช้งาน สังเกตจาก LED (สีน้ำเงิน) ของ EVAC หยุดกระพริบ

7.2.3. เปิดคอมพิวเตอร์

7.2.4. ดับเบิ้ลคลิกที่ไอคอน [TM4000]



รูปที่ 2 ตำแหน่งของ breaker (หมายเลข 1) และ ปุ่ม power (หมายเลข 2)



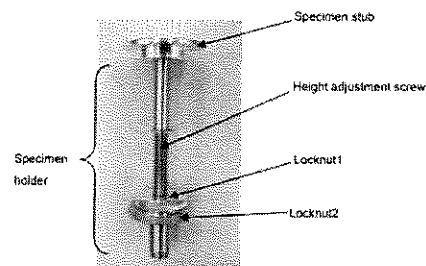
### 7.3. เตรียมติดตั้งตัวอย่างสำหรับถ่ายภาพ

#### 7.3.1. ข้อควรระวัง

- สวมถุงมือทุกครั้งเพื่อป้องกันการปนเปื้อน
- ตัวอย่างที่มีแก๊ส หรือของเหลวข้างใน ควรระวังเรื่องการระเบิดของตัวอย่างใน chamber

#### 7.3.2. การเตรียมตัวอย่าง

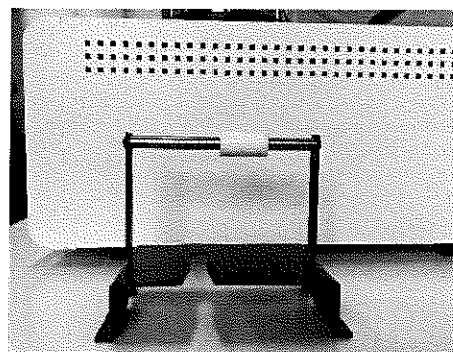
- 7.3.2.1. ติดเทป carbon บน specimen stub ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยขนาดของเทป carbon ต้องใหญ่กว่าขนาดของตัวอย่าง



รูปที่ 3 Specimen holder

- 7.3.2.2. วางตัวอย่างบนเทป carbon

- 7.3.2.3. ปรับระดับความสูงของของตัวอย่าง โดยใช้ specimen height gauge โดยให้พื้นที่ด้านบนสุดของตัวอย่างอยู่ห่างจาก specimen height gauge ประมาณ 1 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 specimen height gauge



## 7.4. การนำตัวอย่างใส่ใน chamber

7.4.1. กดปุ่มสวิตช์ EVAC/AIR

7.4.2. รอให้ specimen chamber อยู่ใน atmospheric condition โดยสังเกตไฟ LED (สีเขียวของ) AIR  
หยุดกระพริบ

7.4.3. ดึง specimen stage ออกมา

7.4.4. วาง specimen holder ใน specimen stage chamber

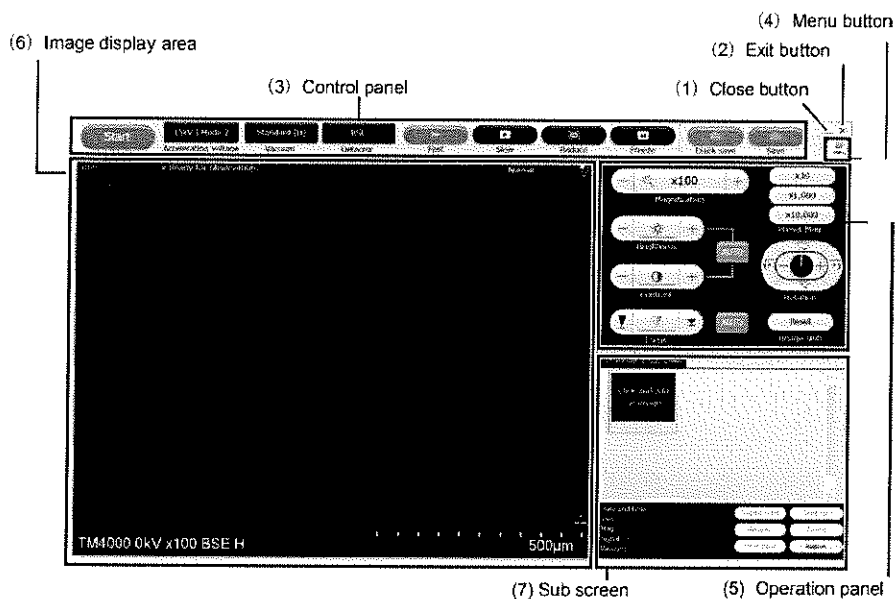
7.4.5. ผลัก specimen stage กลับคืน และหากด้านบนสุดของตัวอย่างสัมผัสกับ chamber ให้ปรับระดับ  
ความสูงของ ตัวอย่างใหม่ ตามขั้นตอนที่ 7.3.2.3

7.4.6. กดปุ่มสวิตช์ EVAC/AIR

7.4.7. รอให้ไฟ LED (สีน้ำเงิน) ของ EVAC หยุดกระพริบ

## 7.5. ขั้นตอนการถ่ายภาพ SEM

7.5.1. คลิกปุ่ม start ตรงแถบ Control panel ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 หน้าหลักของโปรแกรม TM4000Plus

7.5.2. เลือก observation mode

- Surface เหมาะสำหรับดูรูปร่างพื้นผิวของ microscopic หรือตัวอย่าง ที่ sensitive ต่อ electron beam



- b. Standard เหมาะสำหรับดูรูปร่างของตัวอย่าง ทั่วไป
- c. Analysis ใช้ในกรณีใช้โหมด standard ไม่ได้ หรือต้องการวิเคราะห์ธาตุด้วย EDX

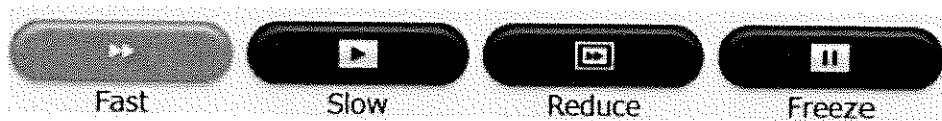
#### 7.5.3.คลิกปุ่ม vacuum เลือก vacuum mode

- a. Conductor (H) เหมาะสมสำหรับ conductive specimen เช่น metal material
- b. Standard (M) เหมาะสำหรับ conductive/nonconductive specimen เช่น plastic, paper, fiber, rubber, ceramic, biological specimen หรือ food
- c. Charging reduction (L) ใช้ในกรณีหากใช้โหมด Conductor (H) หรือ Standard (M) แล้วเกิด image shift หรือได้ภาพสว่างเกินไป

#### 7.5.4.คลิกปุ่ม detector เลือก detector

- a. BSE
  - 1) Normal ภาพการกระจายตัวของตัวอย่าง
  - 2) Shadow 1
  - 3) Shadow 2
  - 4) Topographic image
- b. SE = Topographic information of specimen
- c. Mix = Mix image of BSE and SE

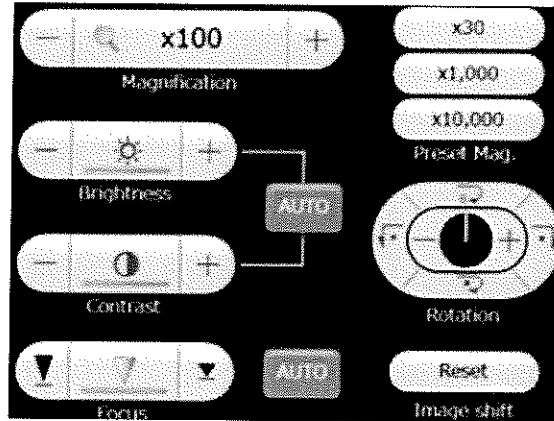
#### 7.5.5.คลิกเลือกโหมดความเร็วในการ scan รูปภาพ ดังแสดงรูปที่ 6



รูปที่ 6 โหมดในการ scan รูปภาพ


- 7.5.6.ดับเบิลคลิกที่ภาพ เพื่อเลือกตำแหน่งของตัวอย่างที่ต้องการถ่ายภาพ บริเวณ Image display area
- 7.5.7.ปรับกำลังขยาย (Magnification) ตามต้องการ โดย scroll เมาส์ ขึ้น/ลง
- 7.5.8.หากได้ตำแหน่ง/กำลังขยายของภาพที่ต้องการแล้ว คลิกปุ่ม AUTO Brightness/contrast เพื่อปรับความสว่างของภาพอัตโนมัติ
- 7.5.9.หากภาพที่ได้สว่าง หรือมืดเกินไปสามารถปุ่ม + หรือ - เพื่อให้ได้ภาพที่ต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 7






รูปที่ 7 หน้าต่างเมนูปรับภาพ

7.5.10. คลิกปุ่ม AUTO focus เพื่อปรับ focus อัตโนมัติ

7.5.11. หากภาพที่ได้ยังไม่ชัด สามารถปุ่ม  Reduce แล้วลากเมาส์ค้างไว้ เลื่อนไปทางซ้าย หรือ ขวาเพื่อให้ได้ภาพที่ชัดที่สุด แล้วปล่อยเมาส์

7.5.12. คลิกปุ่ม  Save เพื่อบันทึกภาพและข้อมูลการวิเคราะห์ของเครื่อง

\*หมายเหตุ ให้บันทึกข้อมูลที่ D drive เท่านั้น และการตั้งชื่อไฟล์ต้องเป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น

## 7.6. ขั้นตอนการปิดเครื่อง SEM รุ่น TM4000Plus

- 7.6.1.คลิกปุ่ม Stop ในแถบ Control panel
- 7.6.2.กดปุ่ม EVAC/AIR รอจนไฟ LED (สีขาว)ไม่กระพริบ
- 7.6.3.ดึง chamber ออกมา
- 7.6.4.นำตัวอย่างออกจาก chamber
- 7.6.5.ผลัก chamber กลับเข้าที่เดิม
- 7.6.6.กดปุ่ม EVAC/AIR รอจนไฟ LED (สีฟ้า) ไม่กระพริบ
- 7.6.7.ปิดโปรแกรม TM4000
- 7.6.8.ปิดสวิช power (หมายเลข 2)
- 7.6.9.ยก breaker ลง (หมายเลข 1) บริเวณหลังเครื่อง

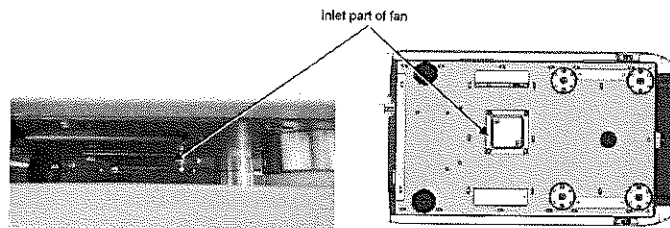


## 8. การบำรุงรักษาเครื่องมือ

### 8.1. การทำความสะอาด cooling fan

8.1.1. ปิดเครื่องทุกครั้งก่อนทำความสะอาด cooling fan

8.1.2. ใช้แปรงทำความสะอาด cooling fan บริเวณใต้เครื่อง SEM โดยตำแหน่งของ cooling fan แสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ตำแหน่ง cooling fan บริเวณใต้เครื่อง SEM

### 8.2. การเปลี่ยน Filament

8.2.1. ปิดโปรแกรม และปิด power ของเครื่อง (หมายเลข 2)

8.2.2. กดปุ่มสวิตช์ EVAC/AIR รอให้ไฟ LED (สีขาว) ของ AIR หยุดกระพริบ

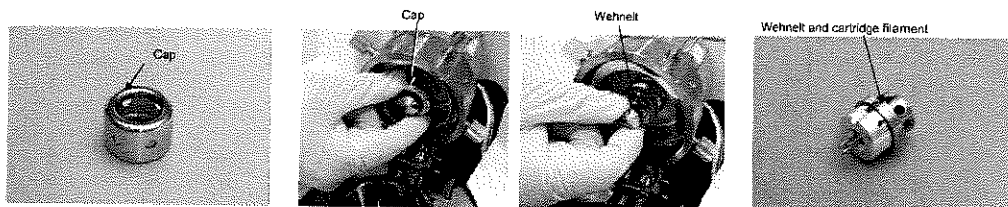
8.2.3. ปิด power ด้านข้างของเครื่อง (หมายเลข 2)

8.2.4. รอประมาณ 30 นาที เนื่องด้วยหลังจากมีการใช้งานเครื่องฯ wehnelt และ anode มีความร้อน

8.2.5. เปิด top cover

8.2.6. ใช้เกลียวหกเหลี่ยมหมุนคลายเกลียวบริเวณด้านหน้าของ electron gun

8.2.7. เปิด electron gun แล้วหมุน cap ทวนเข็มนาฬิกา ดังแสดงในรูปที่ 9 เพื่อนำ wehnelt และ cartridge filament ออกมาจาก electron gun

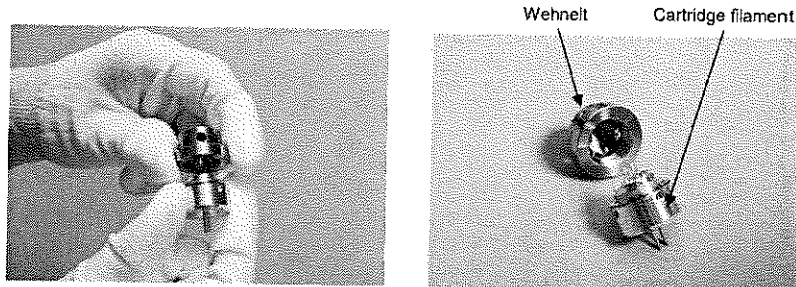


รูปที่ 9 ภาพของอุปกรณ์ Cap, Wehnelt และ Cartridge filament

8.2.8. นำ Anode ออกมา และปิด top cover เพื่อป้องกันฝุ่นละอองเข้าไปใน electron gun



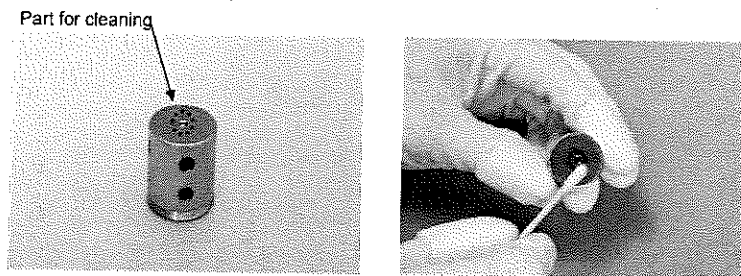
### 8.2.9. นำ wehnelt ออกจาก cartridge filament โดยหมุนทวนเข็มนาฬิกา ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 การนำ wehnelt ออกจาก cartridge filament

8.2.10. จากนั้นทำความสะอาด Cap และ Wehnelt โดยใช้ cotton swap ป้ายครีมหาทำความสะอาดโลหะ เช็ดทำความสะอาดให้ทั่ว

8.2.11. ทำความสะอาด Anode ใช้ cotton swap ป้ายครีมหาทำความสะอาดโลหะ และเช็ดทำความสะอาด anode บริเวณดังแสดงในรูปที่ 11



รูปที่ 11 จุดที่เช็ดทำความสะอาด anode

8.2.12. นำ Cap, Wehnelt และ Anode แช่ acetone เพื่อล้างเศษของสำลี ครีมหาทำความสะอาดโลหะ หรืออนุภาคอื่นๆ

8.2.13. นำ Cap, Wehnelt และ Anode ล้างด้วยน้ำกลั่น 2-3 ครั้ง

8.2.14. นำ Cap, Wehnelt และ Anode แช่ ethyl alcohol

8.2.15. เป่า Cap, Wehnelt และ Anode ให้แห้ง

8.2.16. นำ wehnelt ประกอบเข้าไปใน cartridge filament อันใหม่ โดยหมุนทิศทางตามเข็มนาฬิกา ดังแสดงในรูปที่ 12 \*ข้อควรระวัง อย่าให้ Spacer สัมผัสกับ cartridge filament

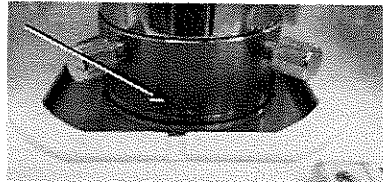


8.2.22. เปิด power ด้านข้างของเครื่องฯ (หมายเลข2)

8.2.23. กดปุ่มสวิตช์ EVAC/AIR รอให้ไฟ LED (สีน้ำเงิน) ของ EVAC หยุดกระพริบ

8.2.24. ใช้เกลียวหกเหลี่ยมหมุนปิด electron gun ให้แน่น ดังแสดงในรูปที่ 15

Hex screw



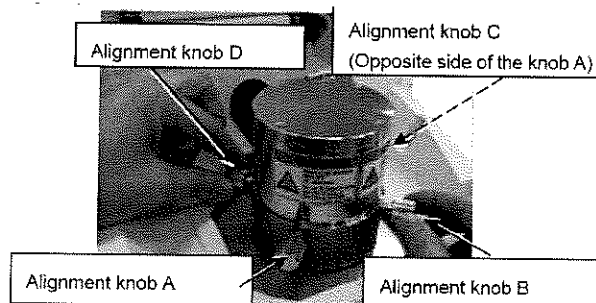
รูปที่ 15 ตำแหน่งของจุดหมุนปิด/เปิด electron gun

### 8.3. Beam axis alignment

8.3.1. หลังจากเปลี่ยน Filament ตามขั้นตอน 8.2 เรียบร้อยแล้ว

8.3.2. เปิด top cover

8.3.3. หมุน alignment A-D knob ทิศตามเข็มนาฬิกา ให้แน่น ดังแสดงในรูปที่ 16



รูปที่ 16 alignment A-D knob

8.3.4. กดปุ่มสวิตช์ EVAC/AIR รอให้ไฟ LED (สีน้ำขาว) ของ AIR หยุดกระพริบ

8.3.5. นำ standard specimen ใส่เข้าไปใน chamber

8.3.6. กดปุ่มสวิตช์ EVAC/AIR รอให้ไฟ LED (สีน้ำเงิน) ของ EVAC หยุดกระพริบ

8.3.7. เปิดโปรแกรม TM4000

8.3.8. กดปุ่ม start ตรงแถบ Control panel

8.3.9. คลิก Menu เลือก Maintenance เลือก Beam axis alignment ดังแสดงในรูปที่ 17



8.3.15. หมุน alignment A-D knob โดยหมุนคู่ตรงข้ามไปในทิศทางเดียวกัน ให้ได้ภาพที่สว่างที่สุด ตาม reference image STEP 3

8.3.16. คลิก END

8.3.17. ปิด top cover และใช้งานเครื่องได้ปกติ

#### ตารางที่ 1 สรุปการบำรุงรักษาเครื่อง SEM รุ่น TM4000Plus

รายการ	ประจำวัน	ประจำเดือน	ประจำปี	หลังเปลี่ยน filament	Remark
รักษาอุณหภูมิอยู่ในช่วง 15-30 องศาเซลเซียส	/				
รักษาความชื้น <70 %RH	/				
ทำความสะอาด cooling fan		/			
เช็ดทำความสะอาดเครื่องมือ และโต๊ะวางเครื่องมือ		/			
ทำความสะอาด wehnelt				/	
ทำความสะอาด anode				/	
ตรวจสอบเครื่องมือประจำปี			/		