สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)

เอกสารความรู้ (knowledge documents)

ประเภทเอกสาร

☑ TR: รายงานเชิงเทคนิค (TECHNICAL REPORT)

☐ TN: รายงานเชิงเทคนิค (ฉบับย่อ) (TECHNICAL NOTE)

☐ MN: คู่มือการดำเนินงาน (Operation Manual) / คู่มือการใช้งาน (Instruction Manual) / แผนปฏิบัติการ (Operation Plan)

หมายเลขเอกสาร(For QDS) KM Document No.	SLRI-TR-2025-065
ชื่อเรื่อง Title	วิธีการดูแลรักษาและซ่อมบำรุงเบื้องต้นสำหรับเครื่อง PHI 5000 VersaProbe II Scanning XPS (ULVAC-PHI, Japan)
ชื่อฝ่าย Department	ฝ่ายวิจัยและประยุกต์ใช้แสงซินโครตรอน ส่วนวิจัยด้านพลังงาน ยานยนต์ไฟฟ้า และสิ่งแวดล้อม
วันที่เผยแพร่ Release date	16 กรกฎาคม 2568
ระดับการเปิดเผยข้อมูล Level of Disclosure	☐ ข้อมูลในรายงานเป็นความลับ (Undisclosed)
	☐ เปิดเผยข้อมูลเฉพาะภายในฝ่ายหรือส่วนงาน (Information can be disclosed within department/section)
	☐ เปิดเผยข้อมูลได้สำหรับพนักงานของสถาบันฯ และอนุญาตให้บันทึกข้อมูลเข้าเป็นส่วนหนึ่งของระบบ Knowledge Management ภายในสถาบันฯ (Information can be disclosed for SLRI staffs and can be part of SLRI's Knowledge Management System)
	☑ เปิดเผยข้อมูลได้เพื่อเป็นองค์ความรู้สาธารณะ เช่นเว็บไซต์ของสถาบันฯ (Information is available for public)
คำสำคัญ Keyword	X-ray photoelectron spectroscopy, system operation, system maintenance

รายชื่อผู้จัดทำรายงานหรือผู้ดำเนินโครงการ (Name)	ส่วนร่วมในการปฏิบัติงานในโครงการ Responsible tasks in the project
1. ดร.ณรงค์ จันทร์เล็ก	ดำเนินการศึกษา ทดลอง และเขียนรายงาน
2. ดร.สุภิญญา ธินรุ่งโรจน์	ดำเนินการศึกษา ทดลอง และเขียนรายงาน
3. นางสาวสวรรณยา เทศารินทร์	ดำเนินการศึกษา ทดลอง และเขียนรายงาน
4. นายจิรวัฒน์ อัศวขจรศักดิ์	ดำเนินการศึกษา ทดลอง และเขียนรายงาน
5. นางสาวจิดาภา ลมอ่อน	ดำเนินการศึกษา ทดลอง และเขียนรายงาน
6. นางสาวพิศมัย กมลภา	ดำเนินการศึกษา ทดลอง และเขียนรายงาน

สารบัญ

บทคัดย่อ.....1

1. บทนำ.....2

2. วัตถุประสงค์.....3

3. แนวคิด/ทฤษฎี/หลักการ 3

4. วิธีการดำเนินงาน.....8

4.1 วิธีการปิดเครื่องและเปิดระบบสุญญากาศสู่ความดันบรรยากาศ.....8

4.2 วิธีการเปิดและ bake ระบบเพื่อสร้างสภาวะสุญญากาศ.....14

4.2.1 ขั้นตอนการปั๊มระบบ.....14

4.2.2 ขั้นตอนการ bake-out 15

4.2.3 ขั้นตอนการเปิดระบบ 22

4.3 การดูแลรักษา ion gun.....22

4.3.1 ขั้นตอนการตรวจสอบสถานะของตัว filament 23

4.3.2 ขั้นตอนการเปลี่ยน filament 25

4.4. การดูแลรักษา electron gun สำหรับ charge neutralization system.....30

4.4.1 ขั้นตอนการเปลี่ยน filament 31

4.4.2 ขั้นตอนการ degas filament.....33

4.5 การดูแลรักษา X-ray source.....34

4.5.1 ขั้นตอนการ degas filament ของ X-ray source.....34

4.5.2 ขั้นตอนการทำความสะอาด X-ray source.....36

4.6 การดูแลรักษาระบบ manipulator และ stage.....39

4.6.1 วิธีการถอดเคลื่อนย้ายและเปลี่ยนลูกปืน (baring).....40

4.6.2 วิธีการ initialize ระบบ stage.....42

4.6.3 การใช้งาน Platen และการเตรียมตัวอย่าง.....45

4.7 การออกแบบระบบเชื่อมต่อเครื่อง XPS กับระบบลำเลียงแสงที่ 5.3.....49

4.8 การออกแบบการวัดค่า work function.....55

5. สรุปผล.....56

6. กลุ่มผู้ใช้ประโยชน์.....56

เอกสารอ้างอิง.....57

บทคัดย่อ

รายงานเชิงเทคนิคเรื่อง วิธีการดูแลรักษาและซ่อมบำรุงเบื้องต้นสำหรับเครื่อง PHI 5000 VersaProbe II Scanning XPS (ULVAC-PHI, Japan) มีเนื้อหาเกี่ยวกับวิธีการใช้ การเตรียมตัวอย่าง และการดำเนินการบำรุงรักษาเครื่อง XPS ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์องค์ประกอบบนพื้นผิวรวมถึงพันธะเคมี สถานะเลขออกซิเดชันของธาตุที่ปรากฏบนพื้นผิวในระดับความลึก 5—10 นาโนเมตร จากพื้นผิวชั้นบนสุดของวัสดุ โดยอาศัยเทคนิคสเปกโตรสโกปีของการปลดปล่อยโฟโตอิเล็กตรอนเมื่อถูกกระตุ้นด้วยรังสีเอกซ์ ซึ่งรวมไปถึงการซ่อมบำรุงเบื้องต้น เช่น วิธีการปิดเครื่องและเปิดระบบสุญญากาศสู่ความดันบรรยากาศ วิธีดูแลรักษา ion gun วิธีการเปลี่ยน การ degas และการ align ตัว filament ของ ion gun วิธีดูแลรักษา electron gun และ วิธีดูแลรักษา X-ray gun เป็นต้น ซึ่งข้อมูลที่ได้เกิดจากประสบการณ์การใช้งานของคณะผู้จัดทำ เป็นข้อมูลที่อยู่นอกเหนือจากที่ปรากฏหรือแนะนำในคู่มือการใช้งานของเครื่องจากบริษัทผู้ผลิต ทำให้กลุ่มผู้ใช้ประโยชน์ ซึ่งได้แก่ นักวิทยาศาสตร์ระบบลำเลียงแสง วิศวกร นักศึกษาผู้ช่วยวิจัย อาจารย์ นักศึกษา หรือผู้ที่สนใจการวิเคราะห์วัสดุด้วยเทคนิค XPS สามารถดำเนินการบำรุงรักษาและใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้น รายงานเชิงเทคนิคเรื่องนี้ยังได้นำเสนอการออกแบบระบบเชื่อมต่อเครื่อง XPS กับแสงซินโครตรอน ณ ระบบลำเลียงแสงที่ 5.3 เพื่อขยายขีดความสามารถของเครื่องและการใช้ประโยชน์ในอนาคต

คำสำคัญ Keyword: X-ray photoelectron spectroscopy, system operation, system maintenance

1. บทนำ

เครื่อง XPS รุ่น PHI 5000 VersaProbe II Scanning XPS ของบริษัท ULVAC-PHI ประเทศญี่ปุ่น ติดตั้ง ณ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ภายใต้สถานวิจัยร่วม มทส.-นาโนเทค-ซินโครตรอน ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2555 เพื่อให้บริการเทคนิควิเคราะห์วัสดุนาโนโดยเทคนิคสเปกโตรสโกปีโฟโตอิเล็กตรอนโดยรังสีเอกซ์ (X-ray photoelectron spectroscopy, XPS) ซึ่งสถานีทดลองดังกล่าวยังไม่ได้มีการเชื่อมต่อกับแสงซินโครตรอนดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 1.1

รูปที่ 1.1 รูปภาพเครื่อง XPS PHI 5000 VersaProbe II Scanning XPS และภาพหลังการติดตั้งที่สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน

ในการดูแลและซ่อมบำรุงสถานีทดลองจำเป็นที่จะต้องทำโดยวิศวกรจากบริษัท CoreTech Integrated Limited ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูง รายงานเชิงเทคนิคฉบับนี้รวบรวมข้อมูลและวิธีการซ่อมบำรุงเครื่อง XPS เบื้องต้น ซึ่งสามารถดำเนินการได้เองโดยบุคลากรของสถาบัน โดยเนื้อหาในรายงานเป็นข้อมูลที่ส่วนใหญ่นอกเหนือจากในคู่มือการใช้งานของเครื่องจากบริษัทผู้ผลิต เป็นข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมและทดสอบโดยผู้จัดทำ ประกอบไปด้วยข้อมูลเชิงเทคนิคและการซ่อมบำรุงเบื้องต้นดังนี้

1. วิธีการปิดเครื่องและเปิดระบบสุญญากาศสู่ความดันบรรยากาศ

2. วิธีดูแลรักษา ion gun เช่น การเปลี่ยน degas และ align ตัว filament ของ ion gun

3. วิธีดูแลรักษา electron gun เช่น การเปลี่ยนตัว filament ของ electron gun

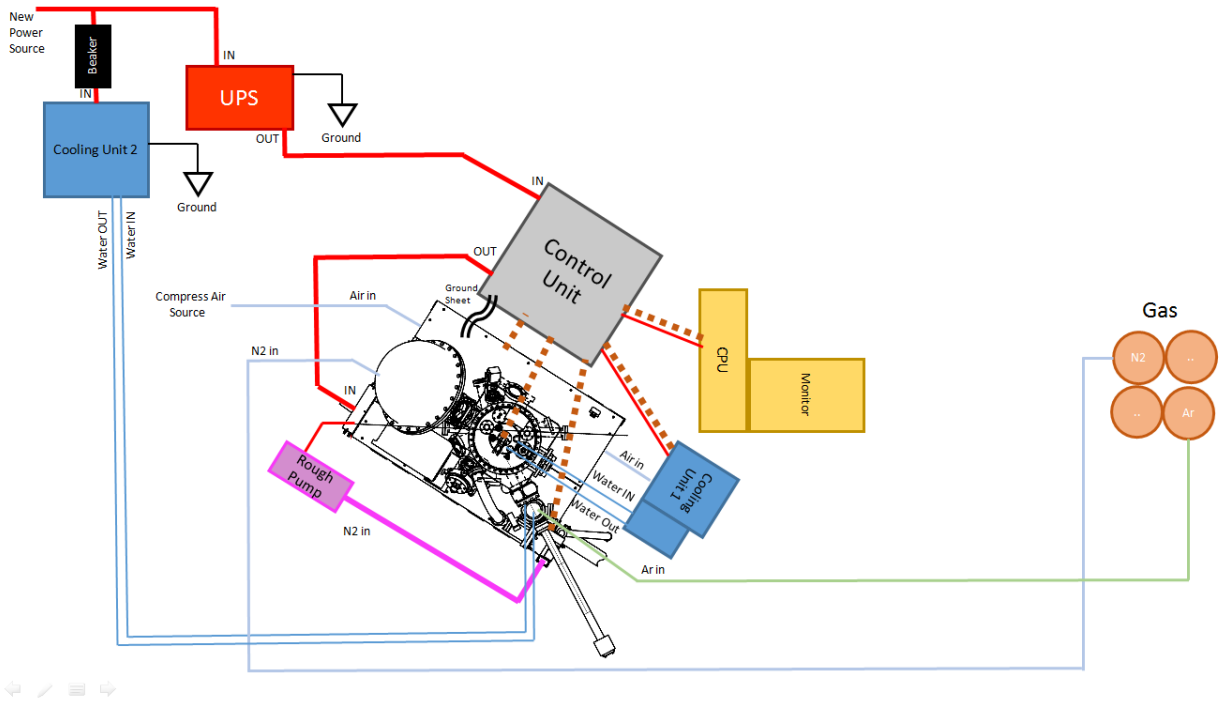
4. วิธีดูแลรักษา X-ray gun เช่น การเปลี่ยนตัว filament และการทำความสะอาด

2. วัตถุประสงค์

เพื่อรวบรวมและเผยแพร่ข้อมูลวิธีการดูแลและซ่อมบำรุงเครื่อง XPS เบื้องต้น เช่น วิธีการปิดเครื่องและเปิดระบบสุญญากาศสู่ความดันบรรยากาศ วิธีดูแลรักษา ion gun เช่น การเปลี่ยน degas และการ align ตัว filament ของ ion gun วิธีดูแลรักษา electron gun เช่น การเปลี่ยนตัว filament ของ electron gun วิธีดูแลรักษา X-ray gun เช่น การเปลี่ยนตัว filament และการทำความสะอาด เป็นต้น

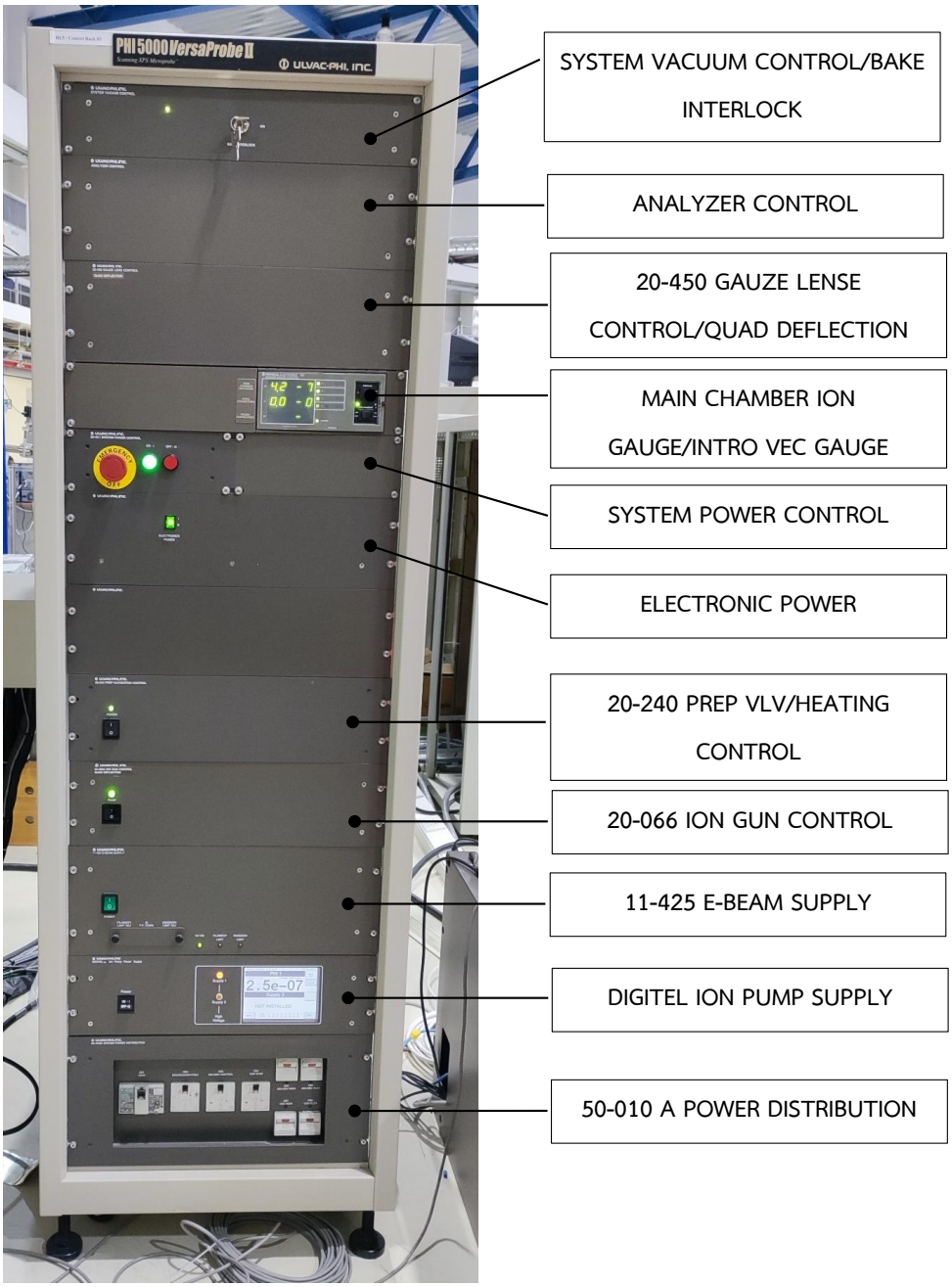
3. แนวคิด/ทฤษฎี/หลักการ

เครื่อง XPS รุ่น PHI 5000 VersaProbe II Scanning XPS, ULVAC-PHI ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น ติดตั้งอยู่ที่ระบบลำเลียงแสงที่ 5.3 ซึ่งมีการเชื่อมต่อระบบกับระบบไฟฟ้าและอื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.1

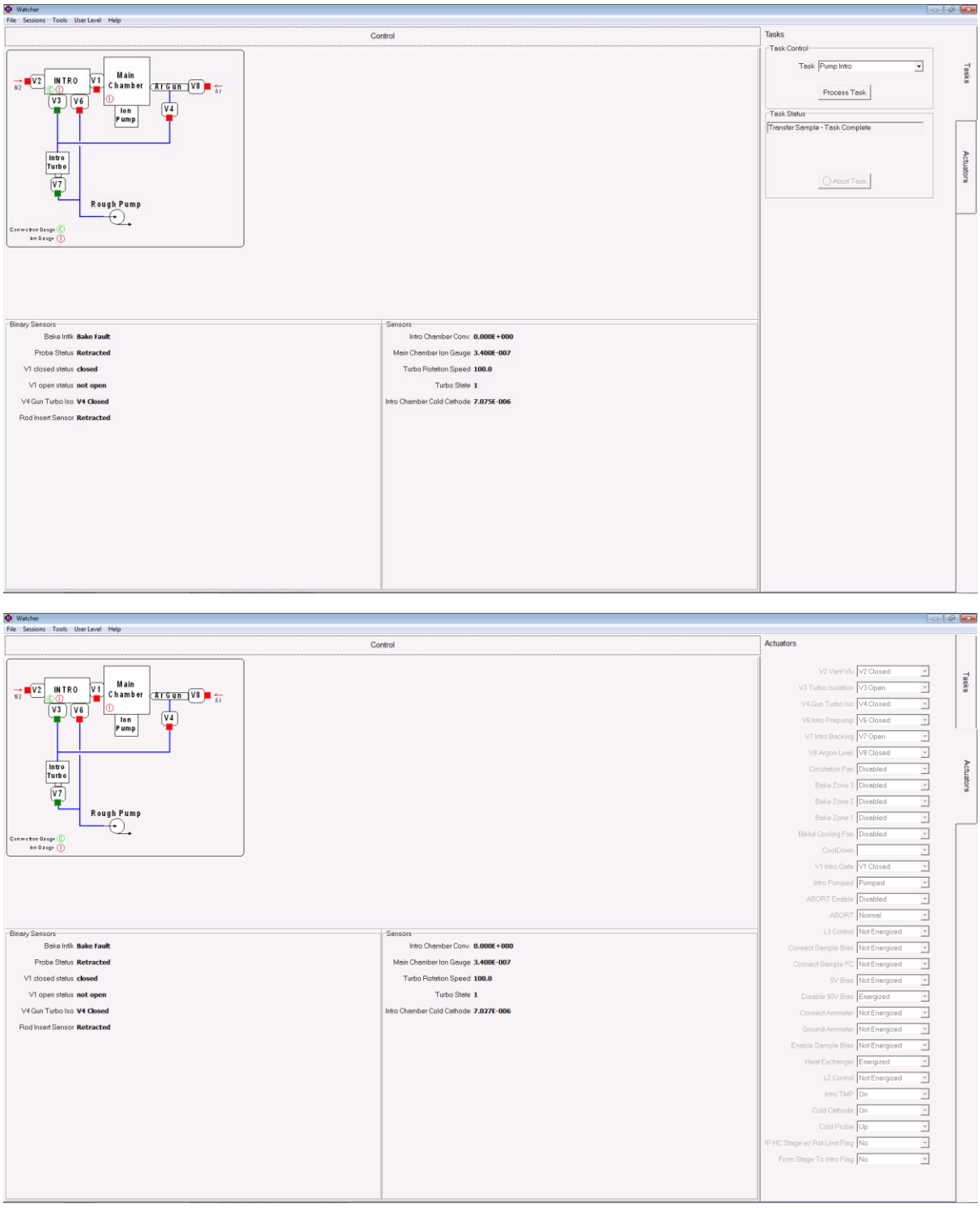


รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงการติดตั้งและเชื่อมต่อเครื่อง XPS

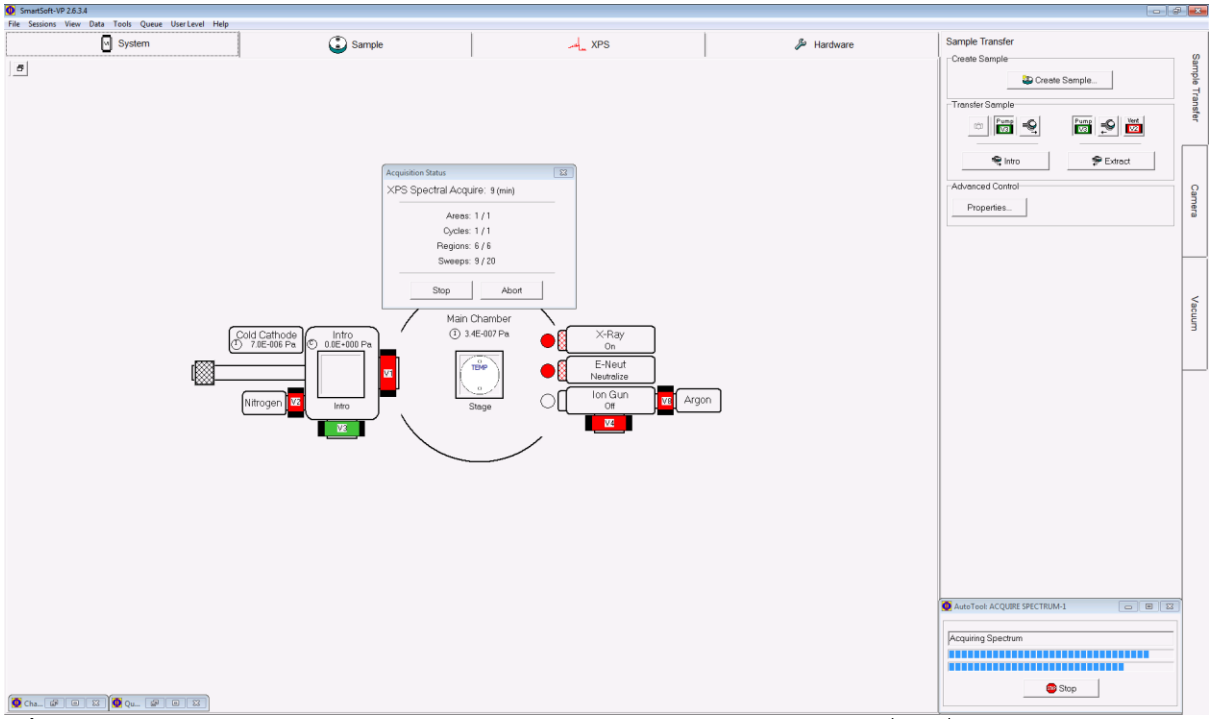
ในรายงานเชิงเทคนิคหมายเลข SLRI-TR-2023-048 (รูปที่ 3.3 และ 3.4) ตัวเครื่องถูกควบคุมโดยระบบควบคุมที่ติดตั้งบนตู้ควบคุมดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 3.2 เชื่อมต่อกับระบบควบคุมและคอมพิวเตอร์ โดยควบคุมผ่าน 2 โปรแกรมหลักคือ Watcher และ PHI SmartSoft-VersaProbe™ ซึ่งทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดว์ (Window) ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 3.3 และ 3.4 ตามลำดับ



รูปที่ 3.2 ภาพแสดงระบบควบคุม

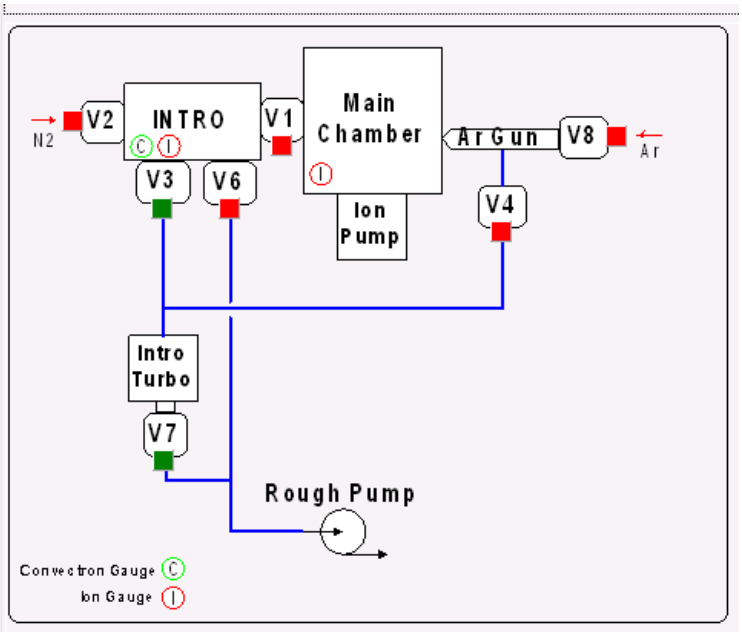


รูปที่ 3.3 โปรแกรม Watcher ใช้ดูและควบคุมอุปกรณ์ประกอบและระบบสุญญากาศของเครื่องเพื่อการดูแลรักษาและซ่อมบำรุง



รูปที่ 3.4 โปรแกรม PHI SmartSoft-VersaProbe™ ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องเพื่อการทดลองและการเก็บข้อมูล

ตัวเครื่องประกอบไปด้วยห้องสุญญากาศหลัก 2 ห้อง คือ ห้องสำหรับการวิเคราะห์ (analysis chamber) และห้องสำหรับการนำตัวอย่างเข้าออก (load-lock chamber) ดังแสดงในแผนผังในรูปที่ 3.5 ห้องสำหรับการวิเคราะห์จำเป็นต้องรักษาระดับความดันในระดับสุญญากาศยิ่งยวด (ultra-high vacuum, UHV) ที่ความดันต่ำกว่า 10^{-7} mbarr สำหรับการทดลอง โดยปั๊มด้วย 240 l/s differential ion pump และ titanium sublimation pump (TSP) ห้องสำหรับการนำตัวอย่างเข้าออกมีระดับความดันอยู่ระหว่างความดันบรรยากาศและระดับความดันต่ำกว่า 10^{-4} mbarr สำหรับนำตัวอย่างเข้าสู่ห้องสำหรับการวิเคราะห์ ห้องสุญญากาศทั้งสองห้องแยกออกจากกันด้วย UHV gate valve V1 ห้องสำหรับการนำตัวอย่างเข้าออกและ argon ion sputter gun ปั๊มด้วย 67 l/s turbomolecular pump และระบบ rough pump นอกเหนือจากระบบหลักแล้วตัวเครื่องยังเชื่อมต่อกับระบบหล่อเย็น (chiller) (Thermo Chiller, HRSO12-A-20-T, SMC) สำหรับ X-ray gun และระบบ interlock ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.5 แผนผังระบบสุญญากาศของเครื่อง XPS ประกอบไปด้วย

1) V1 Intro gate valve
2) V2 Vent valve
3) V3 Turbo isolation valve
4) V4 Ion gun turbo isolation valve
5) V6 Intro prepump valve
6) V7 Intro backing valve
7) V8 Argon leak valve

รูปที่ 3.6 รูปแสดงระบบหล่อเย็นและ interlock สำหรับ X-ray gun

โดยปกติแล้วไม่มีการเปิด-ปิด ในแต่ละวัน เครื่องเปิดตลอดเวลาเพื่อรักษาระบบสุญญูษกาศระดับ UHV โดยมีเบรกเกอร์ของระบบอยู่บน 50-010 A POWER DISTRIBUTION SYSTEM POWER CONTROL ในกรณีที่มี

เหตุฉุกเฉินให้ทำการกดปุ่ม EMERGENCY บน SYSTEM POWER CONTROL ดังในรูปที่ 3.7 โดยเมื่อกดปุ่มจะทำการตัดกระแสไฟฟ้าของระบบทั้งหมด ห้ามใช้ปุ่มนี้ในการเปิดหรือปิดระบบ

รูปที่ 3.7 รูปแสดงปุ่มหยุดฉุกเฉิน (EMERGENCY) บนระบบควบคุม

4. วิธีการดำเนินงาน

4.1 วิธีการปิดเครื่องและเปิดระบบสุญญากาศสู่ความดันบรรยากาศ

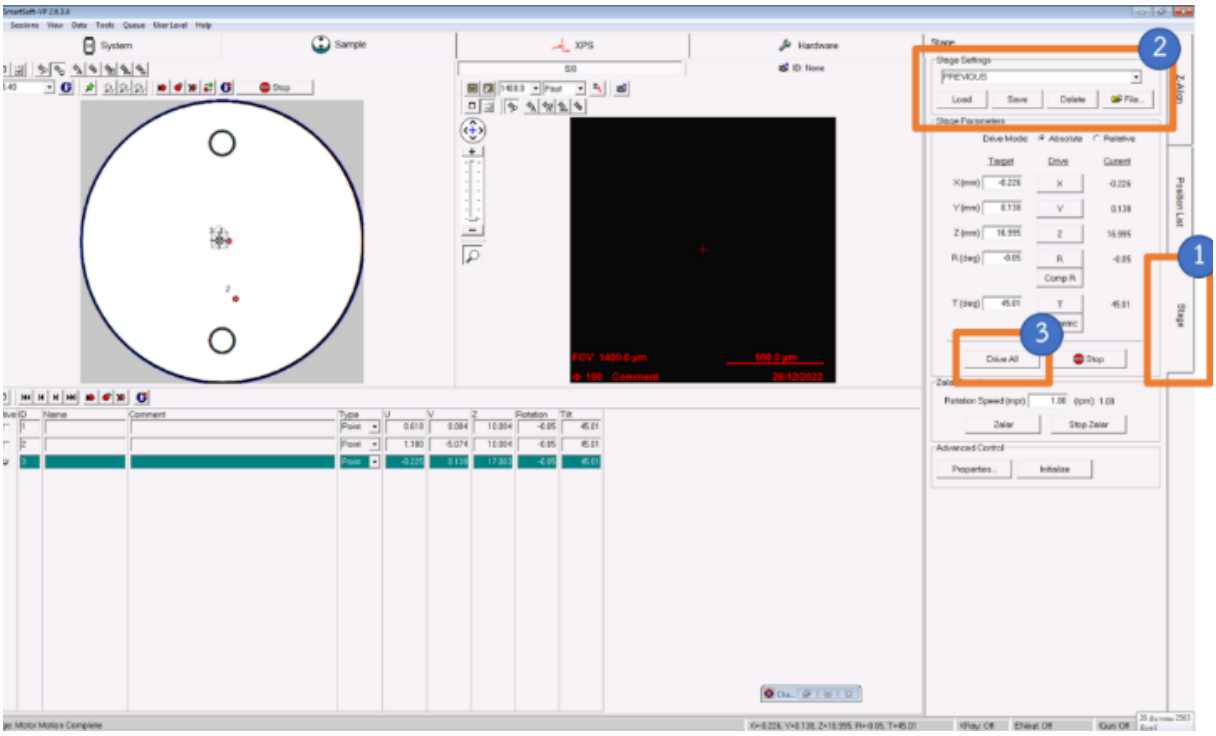
การปิดเครื่องและเปิดระบบสุญญากาศจะทำก็ต่อเมื่อมีความจำเป็นเท่านั้น เช่น การเปลี่ยน filament ของอุปกรณ์ภายในระบบสุญญากาศ การเปิดระบบสุญญากาศต้องทำตามวิธีของระบบสุญญากาศยิ่งยวดหรือ UHV ด้วยความระมัดระวังเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับระบบได้ โดยการปิดเครื่องและเปิดระบบสุญญากาศสามารถทำได้ตามขั้นตอนดังนี้

1. นำตัวอย่างหรือ sample holder ออกจากระบบก่อนการดำเนินการ

2. เปิดโปรแกรม PHI SmartSoft-VersaProbe™ ตรวจสอบและปิด filament ของ electron และ ion gun ทั้งหมด

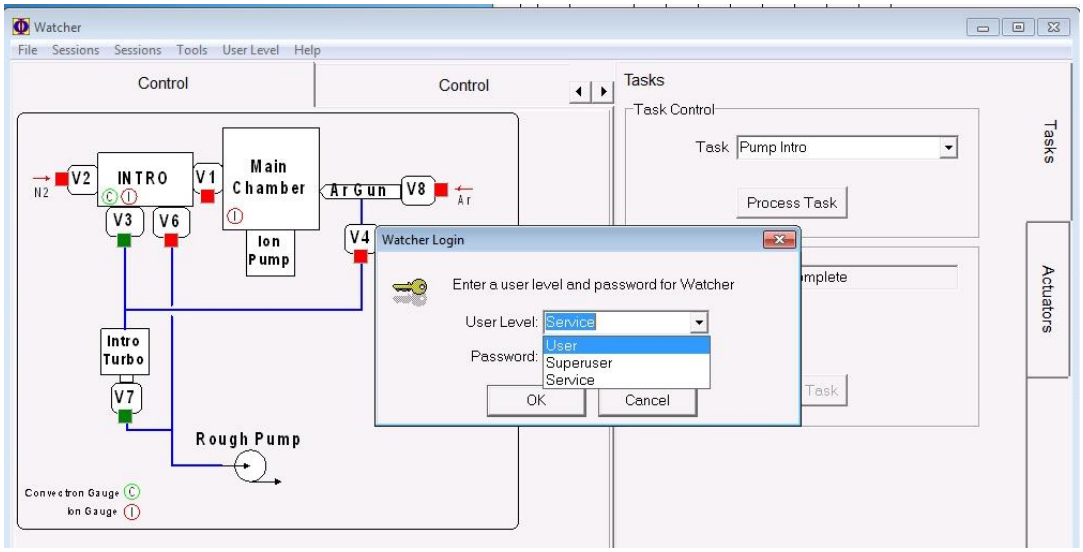
3. ปรับตำแหน่ง stage ของเครื่องให้อยู่ตำแหน่ง default โดย

- เลือกแถบ Hardware และ Stage
- เลือก Stage Setting เป็น “Default” กด Load
- กด Drive all



4. ปิดโปรแกรม PHI SmartSoft-VersaProbe™

5. เปิดโปรแกรม Watcher และเลือกโหมดการทำงานเป็น Service

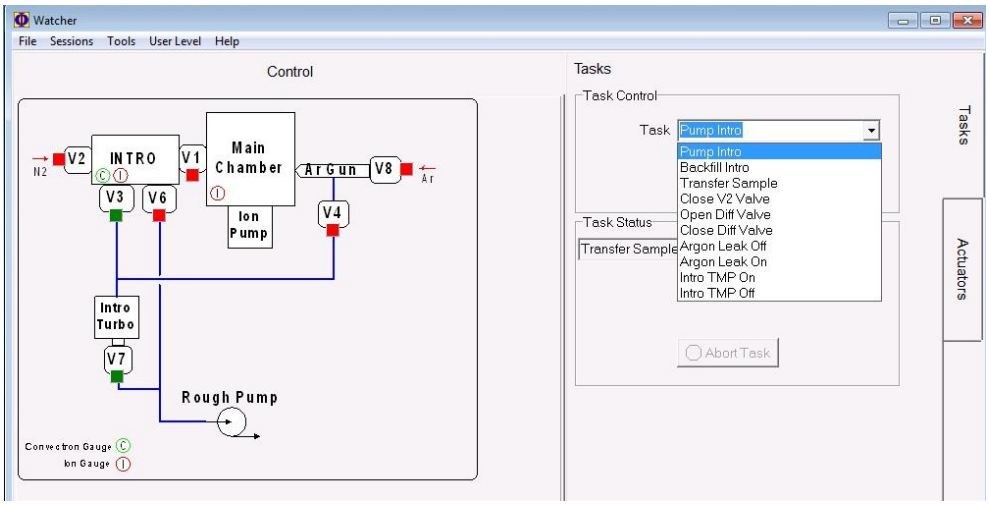


6. ปิด 11-425 E-BEAM SUPPLY และ 20-066 ION GUN CONTROL

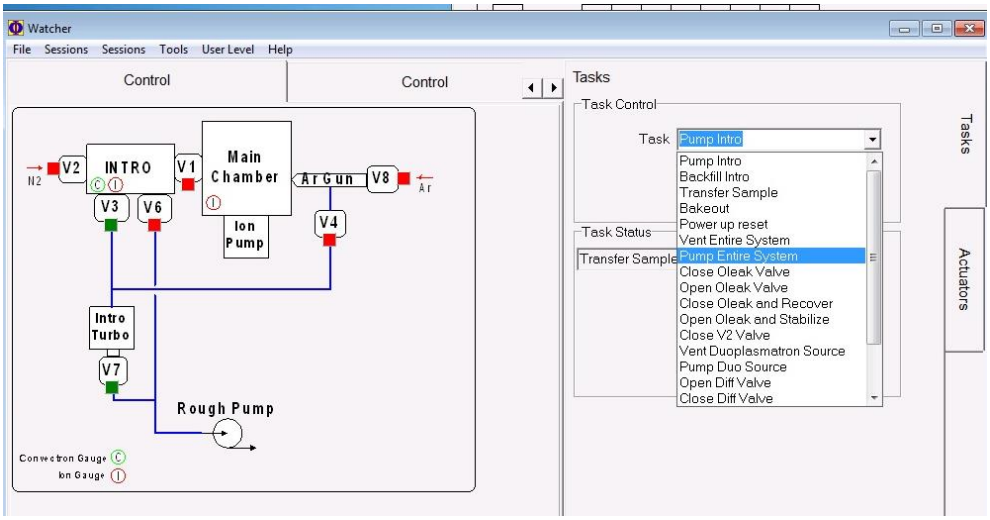
7. ปิด High Voltage (HV) ของ ion pump บน DIGITEL ION PUMP SUPPLY

8. ปิดระบบหล่อเย็นสำหรับ X-ray gun โดยกดที่ RUN/STOP หรือกดปิดสวิตซ์ด้านหลัง

9. บนโปรแกรม Watcher เลือกคำสั่ง “Pump Intro” เพื่อทำการปั๊ม load-lock chamber ให้มีความดันในระดับต่ำกว่า 10^{-4} mbarr เพื่อให้ความดันระหว่าง load-lock chamber และ analysis chamber ที่กั้นด้วย V1 Intro gate valve ไม่ต่างกันมาก



10. บนโปรแกรม Watcher เลือกคำสั่ง “Vent Entire system” จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง “Vent Entire system” ให้กด “Yes” เพื่อยืนยันการเปิดระบบสู่ความดันบรรยากาศ

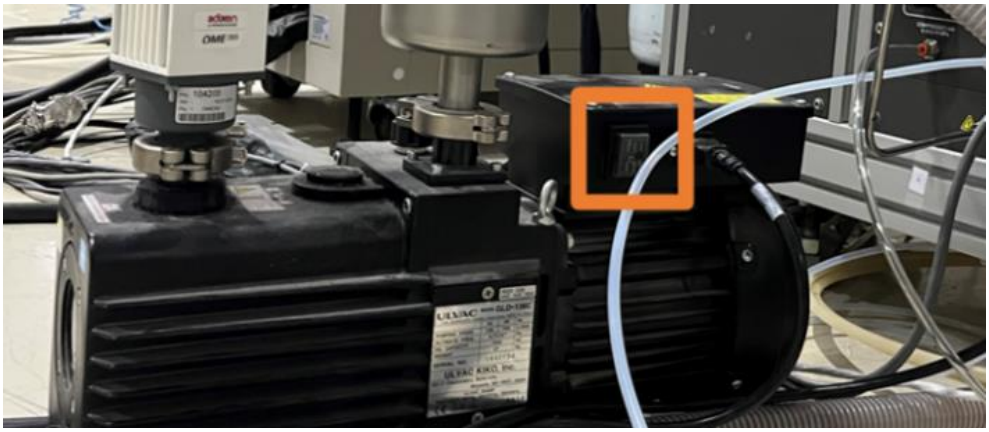


11. ทำตามคำสั่งที่ปรากฏบนโปรแกรม Watcher “Turn off ion gauge” ปิด filament ของ ion gauge บน MAIN CHAMBER ION GAUGE จากนั้นกด “Yes” เพื่อยืนยัน

12. โปรแกรม Watcher จะทำการปิด V3 Turbo isolation valve V4 Ion gun turbo isolation valve และ V8 Argon leak valve ตามลำดับโดยอัตโนมัติ

13. โปรแกรม Watcher จะทำการเปิด V2 Vent valve และ V1 Intro gate valve โดยอัตโนมัติ

14. โปรแกรม Watcher จะแสดงหน้าต่าง “Turn off Intro pump and Rough pump” รอจน turbomolecular pump หยุดหมุน จากนั้นปิด rough pump



15. ปิด 20-240 PREP VLV/HEATING CONTROL

16. ปิดโปรแกรม Watcher และคอมพิวเตอร์

17. ปิด ELECTRONIC POWER

18. ในกรณีที่ไม่สามารถใช้คำสั่ง “Vent Entire system” บนโปรแกรม Watcher ได้ ในข้อ 10. การเปิดระบบสามารถดำเนินการได้โดยการทำการเปิดและปิดวาว์ลสุญญากาศด้วยโปรแกรม Watcher แต่การดำเนินการดังกล่าวผู้ดำเนินการจะต้องมีความรู้ความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับระบบสุญญากาศเป็นอย่างดี

4.2 วิธีการเปิดและ bake ระบบเพื่อสร้างสภาวะสุญญากาศ

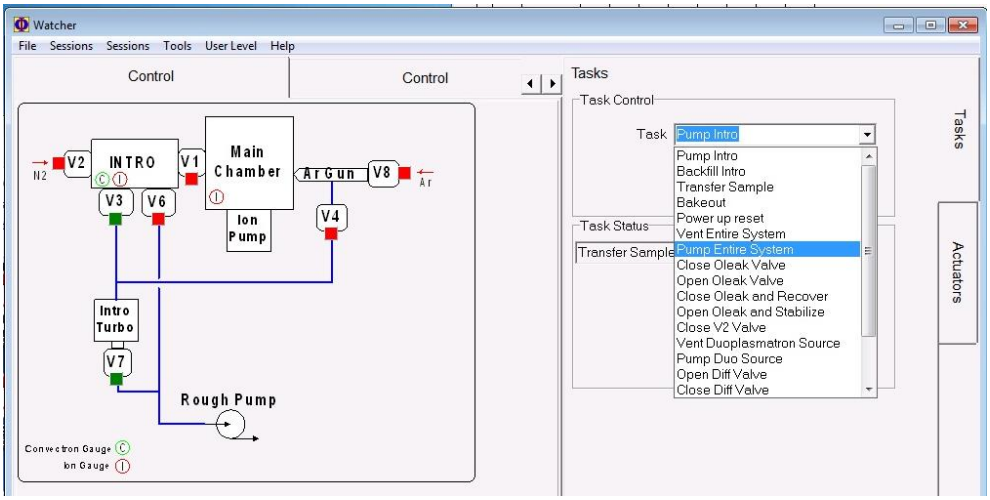
หลังจากปิดเครื่องและเปิดระบบสุญญากาศสู่ความดันบรรยากาศ การเปิดใช้งานเครื่องจำเป็นต้องสร้างสภาวะ UHV แก่เครื่องอีกครั้งก่อนที่จะสามารถใช้งานได้ โดยการปั๊มและอบระบบสุญญากาศหรือ bake-out เพื่อระบายไอน้ำหรือแก๊สอื่นๆที่เข้ามาสะสมในระบบในช่วงเวลาที่เปิดระบบสุญญากาศ หลังจากนั้นจะต้องระบายแก๊สหรือ degas ตัว filament ของอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีอยู่ในระบบทั้งหมด เพื่อให้ความดันของระบบลดลงสู่ระดับ UHV ได้

4.2.1 ขั้นตอนการปั๊มระบบ

1. เปิด 20-240 PREP VLV/HEATING CONTROL

2. เปิด rough pump

3. เปิดโปรแกรม Watcher และเลือกคำสั่ง “Pump Entire System” โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างยืนยัน กด “YES” จากนั้นระบบจะทำการปิด V2 Vent valve และเปิด V3 Turbo isolation valve V4 Ion gun turbo isolation valve และ V7 Intro backing valve โดยอัตโนมัติ หากตัวใดไม่ปิดให้สั่งปิดโดยโปรแกรม Watcher



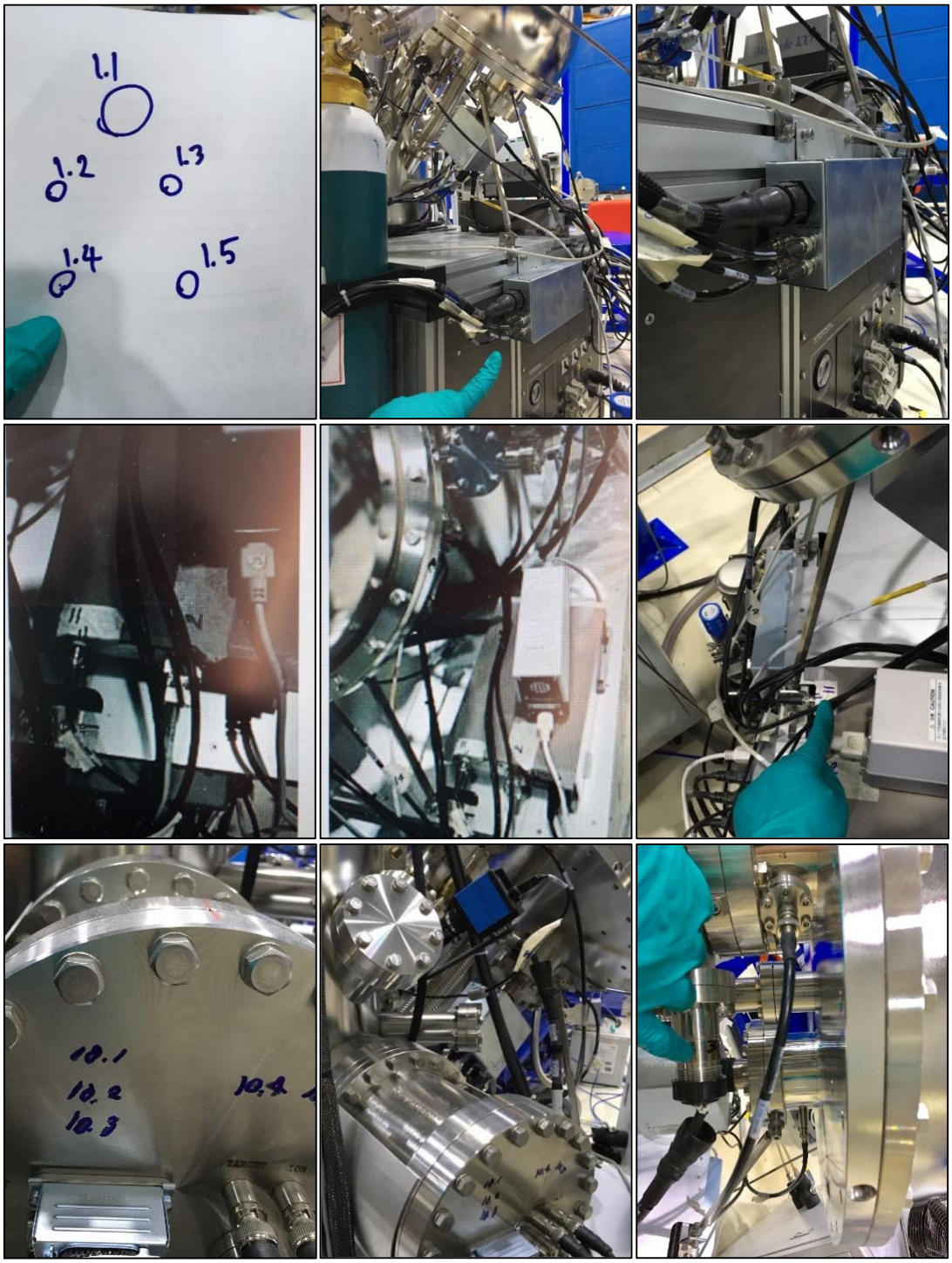
4. เมื่อความดันของระบบต่ำกว่าประมาณ 10^{-2} mbarr turbomolecular pump จะเริ่มทำงาน5. เมื่อความดันของระบบต่ำกว่าประมาณ 10^{-4} mbarr อ่านได้จาก convectron gauge ให้เปิด MAIN CHAMBER ION GAUGE

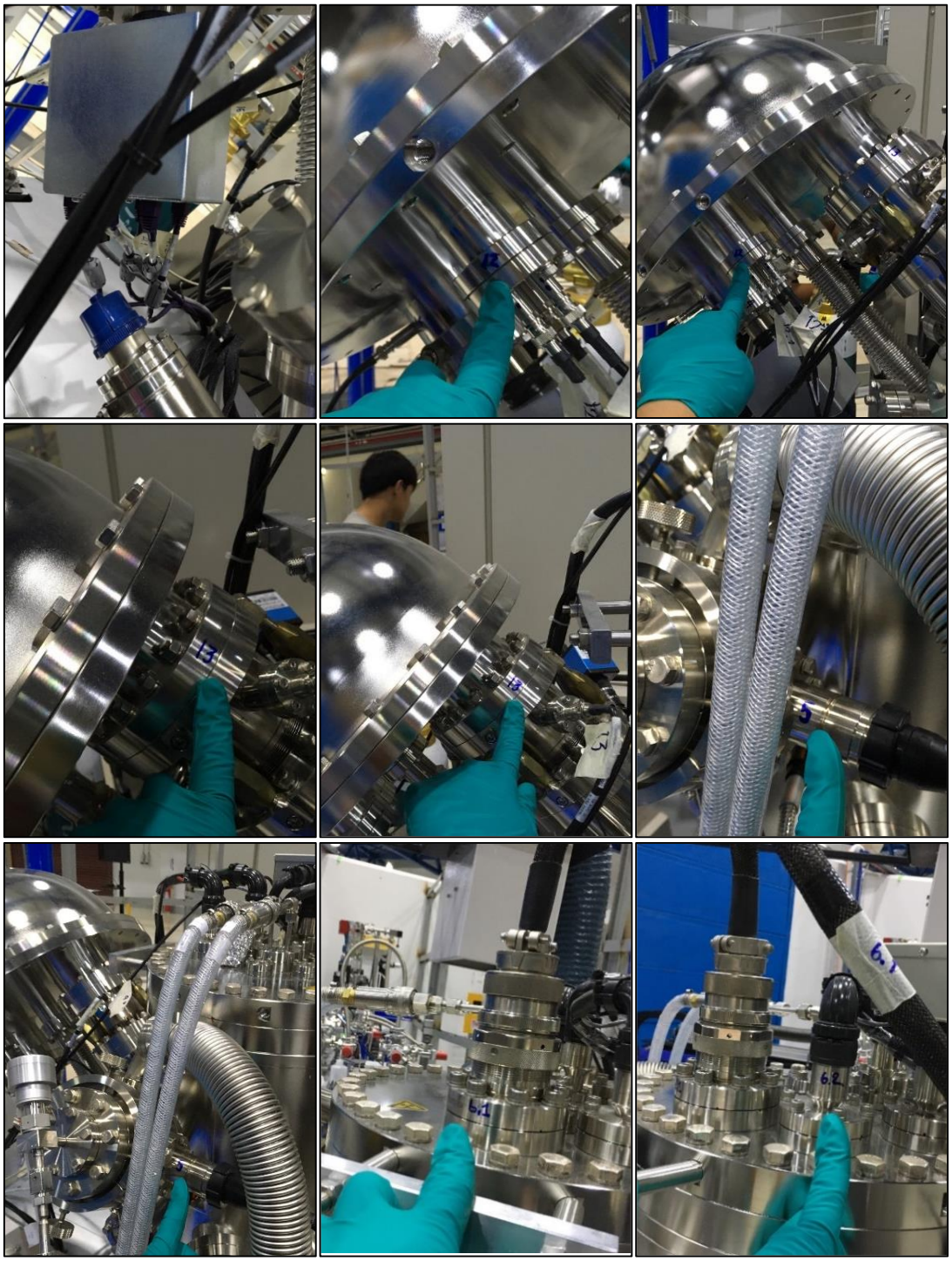
6. เปิด HV ของ ion pump บน DIGITEL ION PUMP SUPPLY หลังจากนั้นสามารถทำการเตรียมระบบเพื่อการ bake-out ระบบ

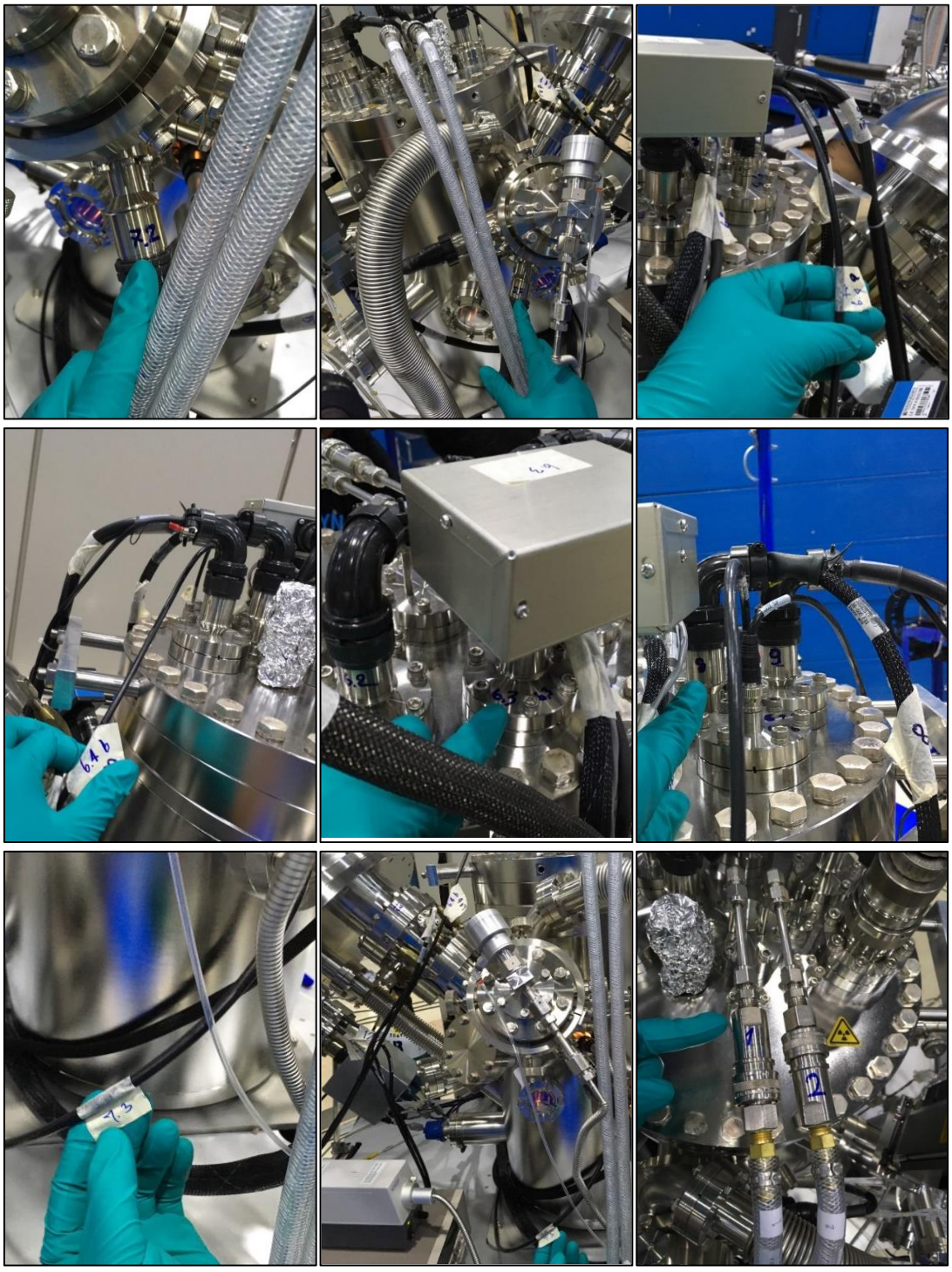
4.2.2 ขั้นตอนการ bake-out

หลังจากที่ทำการเปิดเครื่องและปั๊มระบบแล้วสามารถ bake ระบบเพื่อเป็นการไล่แก๊สภายในระบบและทำให้ความดันภายในระบบลดลงถึงระดับ UHV ได้ดังนี้

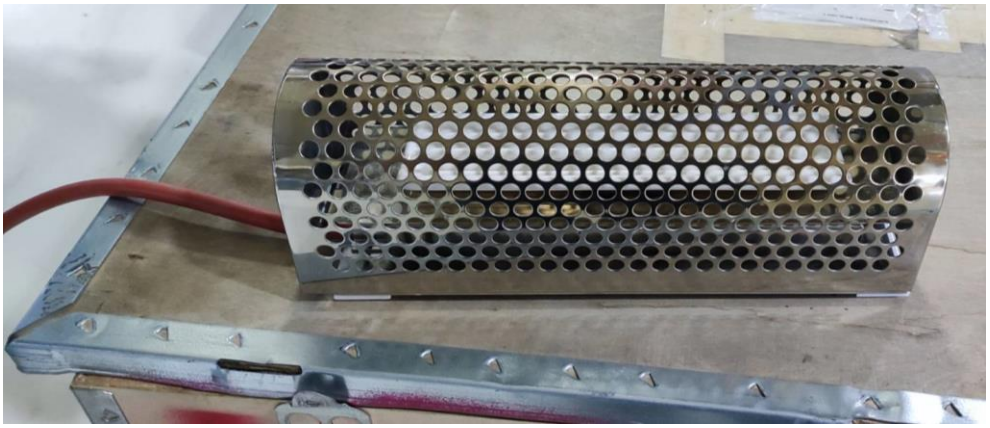
1. ปลดสายเชื่อมต่อระบบที่ไม่สามารถทนความร้อนได้ออกตามภาพ


1.1
1.2
1.3
1.4
1.5
10.1
10.2
10.3

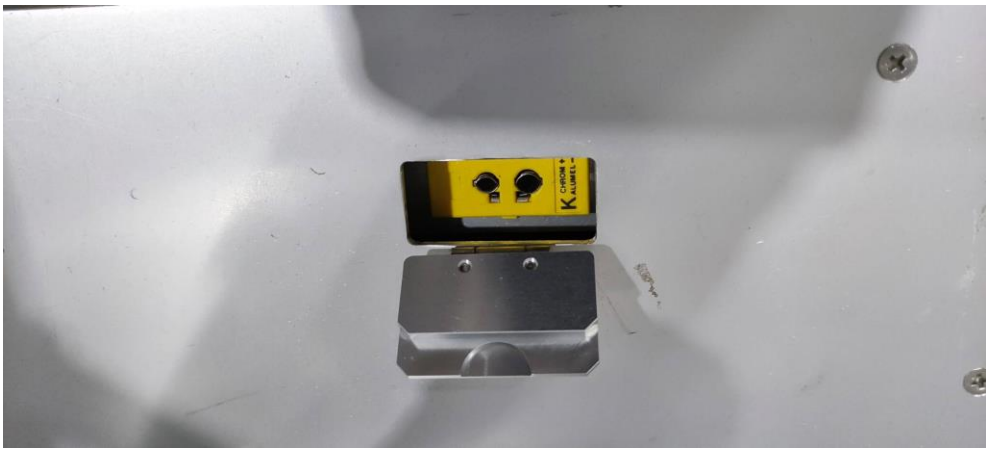




2. ติดตั้ง Heater ที่ตำแหน่งต่างๆ ของระบบเพื่อให้ความร้อนกระจายตัวอย่างทั่วถึง



3. คลุมระบบเพื่อทำการ bake-out ต่อสาย thermocouple



4. เชื่อมต่อ heater กับระบบจ่ายไฟด้านล่างของระบบ และเปิดเบรกเกอร์ที่ควบคุม จากนั้นกดเปิด BAKE POWER

5. หลังจากตรวจความเรียบร้อย เลือกคำสั่ง Bakeout บนโปรแกรม Watcher จากนั้นกด Process Task เมื่อขึ้นหน้าต่างบิดกุญแจบน SYSTEM VACUUM CONTROL BAKE INTERLOCK จากนั้น กด “OK” บนโปรแกรม Watcher

6. ระบบจะทำการ Bake-out ปกติใช้เวลา 24 ชม.13. หลังสิ้นสุดการ Bake บนหน้าจอคอมพิวเตอร์จะขึ้นหน้าต่าง Turn bake power off and remove key และความดันที่อ่านได้ควรอยู่ที่ 1×10^{-7} Pa จากนั้นให้ไปนำเบรกเกอร์ด้านหลังทั้งสามตัวลง และกดปิดสวิตช์ จากนั้นมาหมุนกุญแจบน SYSTEM VACUUM CONTROL BAKE INTERLOCK แล้วจึงกด OK ที่หน้าต่างโปรแกรม watcher

4.2.3 ขั้นตอนการเปิดระบบ

หลังจากการ bake แล้วสามารถเปิดระบบเพื่อการใช้งานได้ดังนี้

1. ทำการเชื่อมต่อสายและระบบทั้งหมด
2. เปิด ELECTRONIC POWER
3. เปิด 20-240 PREP VLV/HEATING CONTROL
4. เปิด 11-425 E-BEAM SUPPLY
5. เปิด 20-066 ION GUN CONTROL
6. เปิดโปรแกรม PHI SmartSoft-VersaProbe™

4.3 การดูแลรักษา ion gun

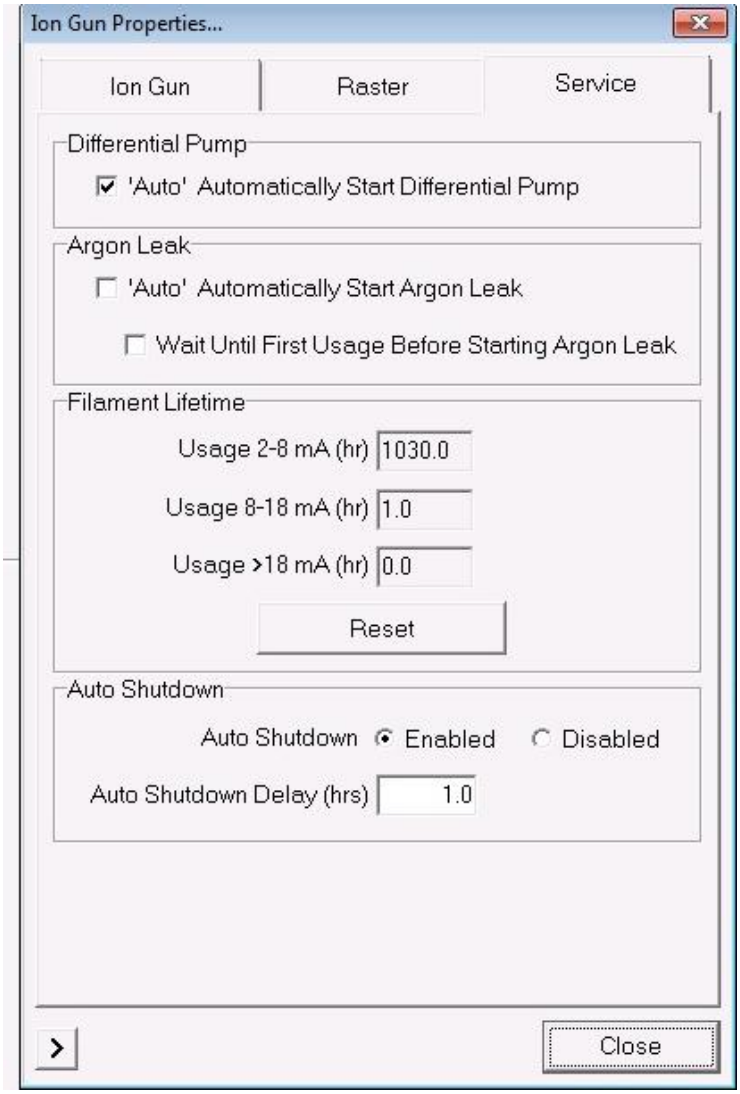
Ion gun ของเครื่อง XPS รุ่น PHI 5000 VersaProbe II Scanning XPS มีองค์ประกอบตามแผนภาพในรูปที่ 4.3.1 โดยมีหน้าที่หลักคือ

1. กัดหรือ etch พื้นผิวของตัวอย่าง เพื่อการทำความสะอาดพื้นผิว (surface cleaning) หรือการทำ depth profiling โดยใช้อะตอมของ Ar

2. ให้ประจุบวกแก่ตัวอย่างร่วมกับ electron gun ในระบบ charge neutralization ในการวัดตัวอย่างที่ไม่นำไฟฟ้า

4.3.1 ขั้นตอนการตรวจสอบสถานะของตัว filament

ตัว filament ของ ion gun จะขาดเมื่อมีการใช้งานในช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยปกติอายุการใช้งานจะอยู่ในช่วง 200-300 ชั่วโมง หรือประมาณ 3 เดือน โดยสามารถตรวจสอบอายุการใช้งานได้จากโปรแกรม PHI SmartSoft-VersaProbe™

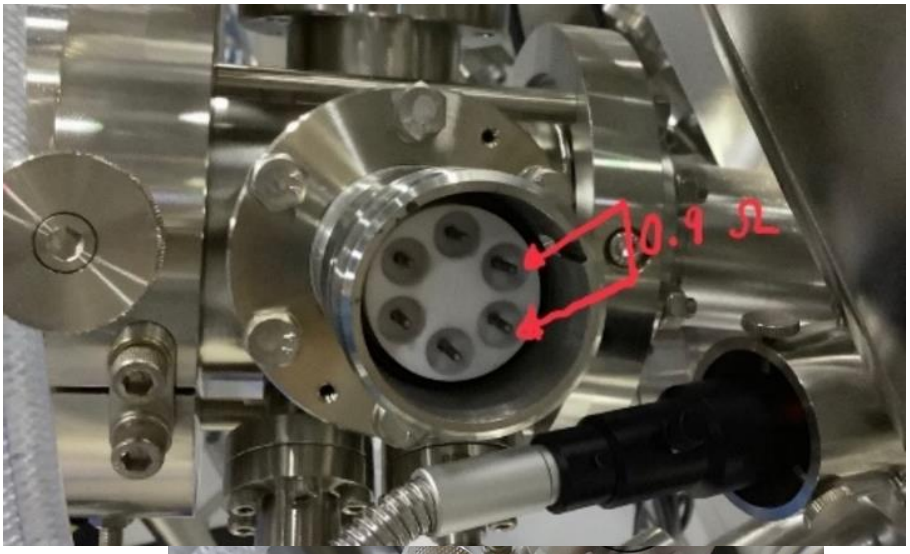


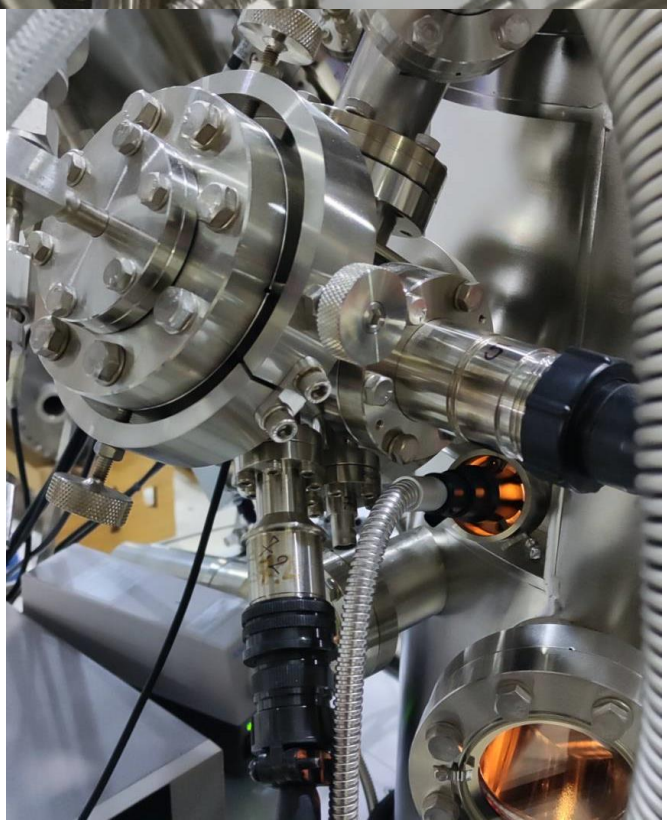
ในกรณีที่พบว่ามีความปกติสามารถตรวจสอบสถานะของตัว filament และสาย high voltage ได้ดังนี้

1. ปิดโปรแกรม PHI SmartSoft-VersaProbe™
2. ปิด 20-066 ION GUN CONTROL

3. ion gun จะประกอบไปด้วย feedthrough 3 ตัว คือ Ion gun HV flange มี 6 pin Ion gun float มี 1 pin และ Ion gun deflection flange มี 10 pin ตามรูป

4. ถอดสาย high voltage ที่ต่อกับ Ion gun HV flange ออกจาก feedthrough จากนั้นทำการวัดความต่างศักย์ โดยความต่างศักย์ระหว่าง pin ที่ 1 และ 2 มีค่าต่ำกว่า 1 โอห์ม ในขณะที่ pin อื่นๆ เป็น open circuit เมื่อเทียบกับ ground และเทียบกับ pin อื่นๆ

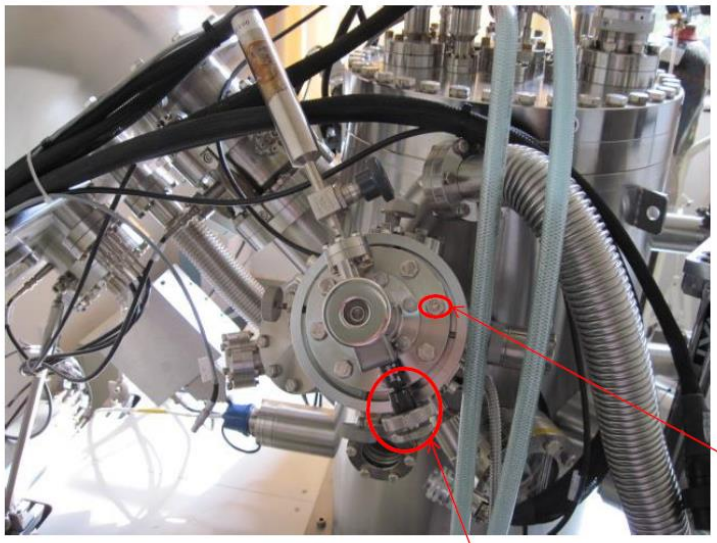




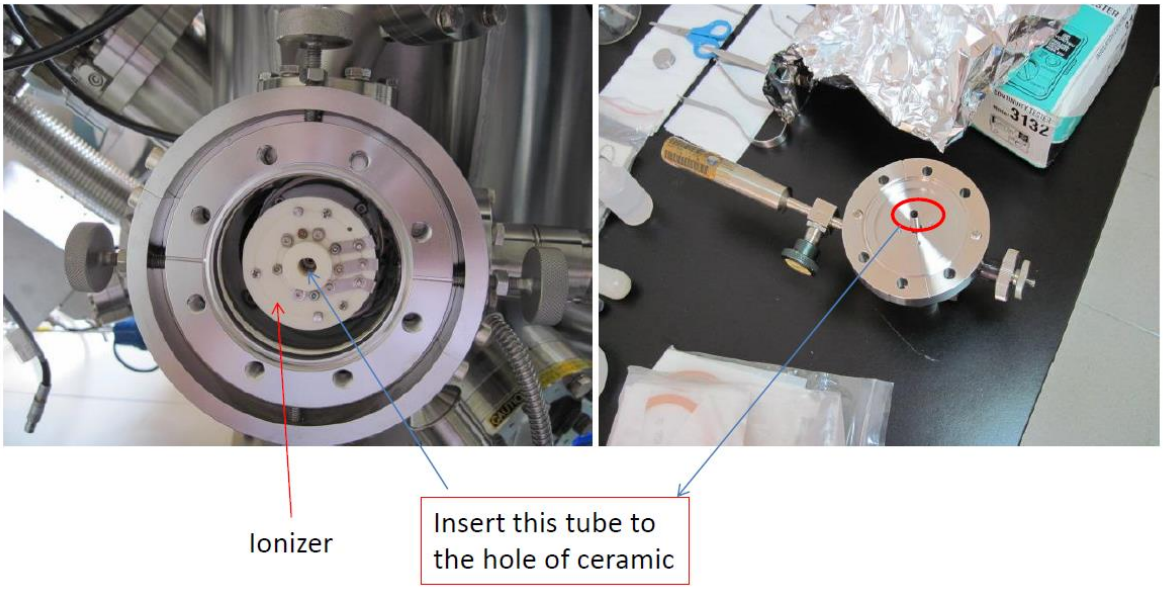
4.3.2 ขั้นตอนการเปลี่ยน filament

ในกรณีที่พบว่าตัว filament ของ ion gun ขาด สามารถดำเนินการเปลี่ยนใหม่ได้ โดยรหัสของ filament คือ ASSY-IONIZER,MOD 06-350,Q2K

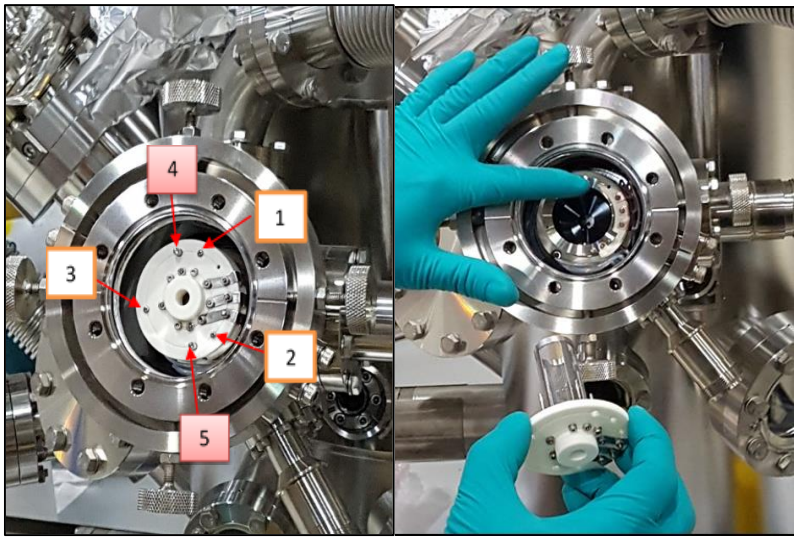
1. ปิดระบบและเปิดระบบสุญญากาศสู่ความดันบรรยากาศ
2. เปิด flange ที่ติดตั้ง ion gun ออกโดยการปลดวาว์ลในรูป และถอดน้อต 6 ตัวด้านล่าง



Pull out of the flange, then you will find the ionizer

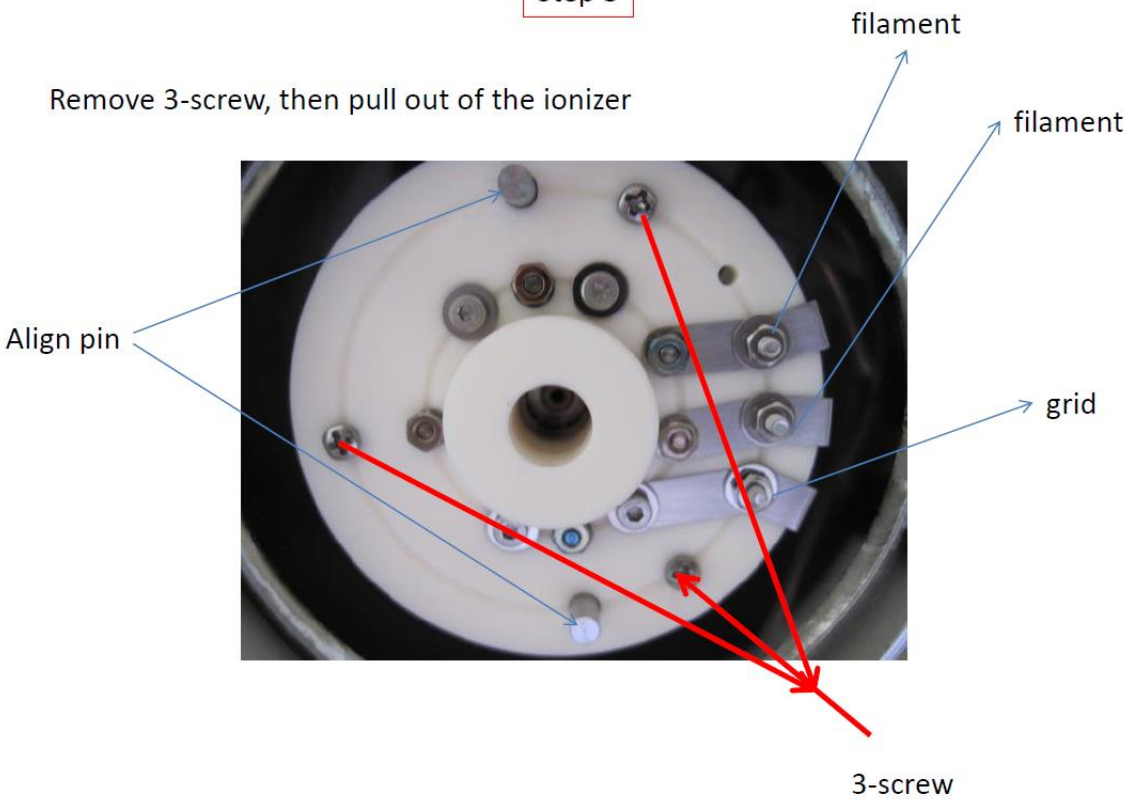


3. ถอดชุดของ filament ออกโดยการถอดน็อตตัวที่ 1, 2 และ 3 ดังรูป โดยจะมีหมุด (หมายเลข 4,5 นั้นประคอง filament อยู่) ค่อยๆดึง filament ออก

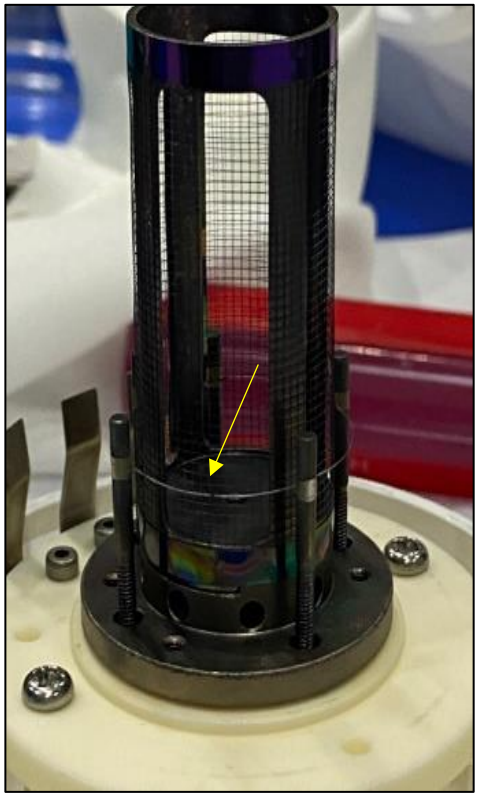


Step 3

Remove 3-screw, then pull out of the ionizer



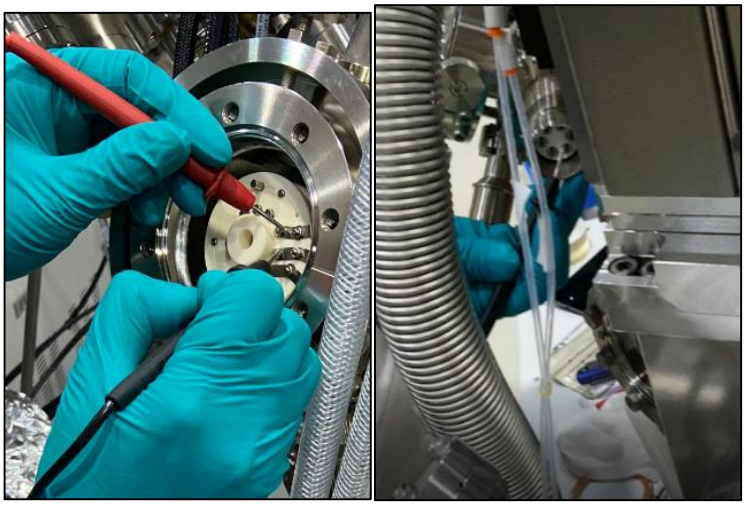
4. สังเกตชุด filament ที่ถอดออกมาจะมีความไม่สมบูรณ์ตามภาพ



5. ตรวจสอบความสะอาดภายในท่อสุญญากาศ

6. **ตรวจสอบ**ชุด filament ที่จะนำมาเปลี่ยน ความต้านทานของ filament ให้อยู่ในช่วง 1 โอห์ม

7. ใส่ชุด filament ใหม่กลับเข้าไปในท่อสุญญากาศ จากนั้นตรวจความต้านทานของ filament อีกครั้ง ทั้งบริเวณหน้า flange และ feedthrough ของ ion gun

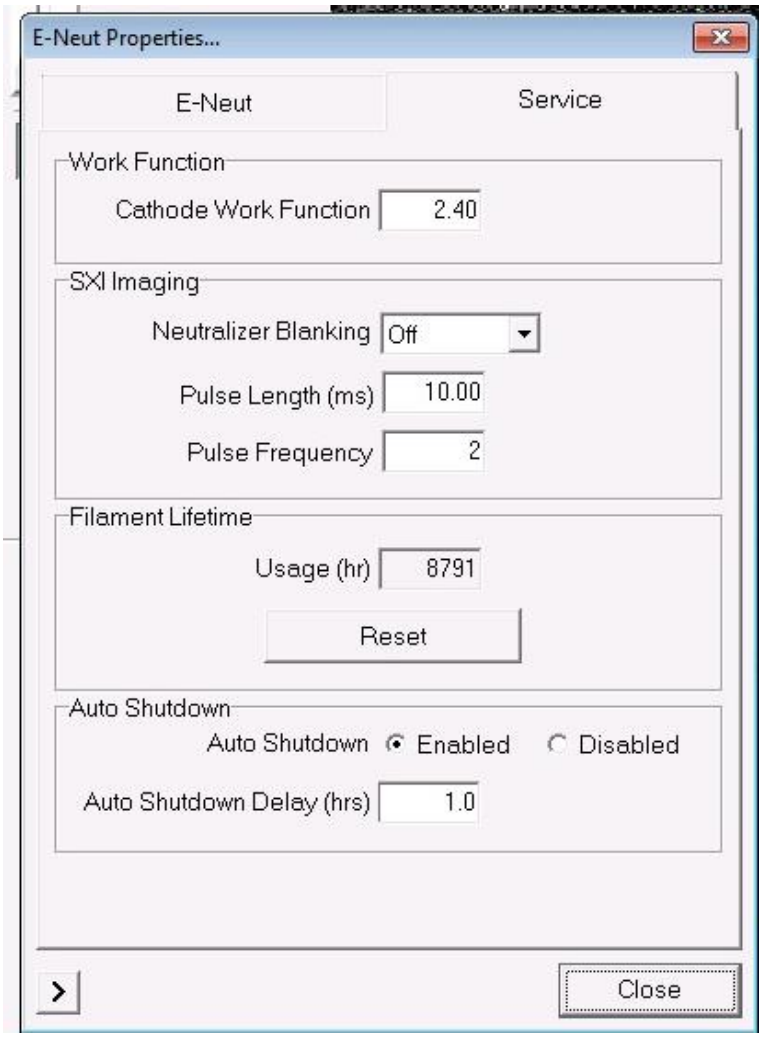


8. เปลี่ยน gasket และปิดฝา flange จากนั้นทำการตรวจสอบ filament ผ่านทาง feedthrough อีกครั้ง

9. ปั้มและทำการ bake ระบบ

4.4. การดูแลรักษา electron gun สำหรับ charge neutralization system

ตัว filament ของ electron gun เป็น barium oxide รหัส FIL-CATHODE,DISE,BARIUM OXIDE สามารถตรวจสอบอายุการใช้งานได้บนโปรแกรม PHI SmartSoft-VersaProbe™



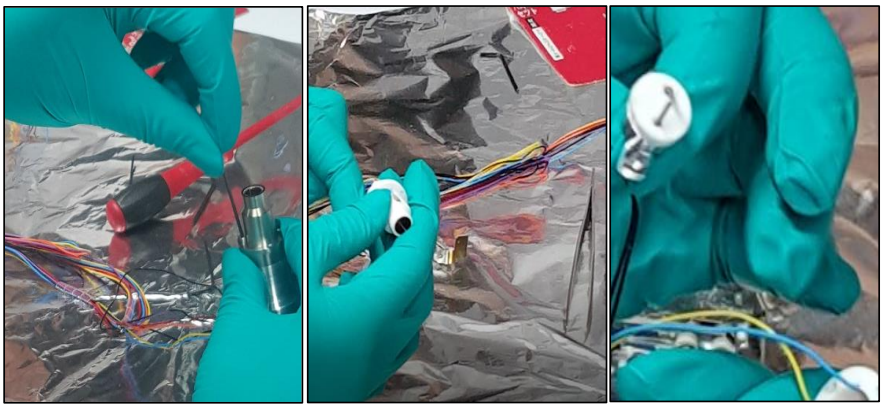
4.4.1 ขั้นตอนการเปลี่ยน filament

1. ทำการปิดระบบและเปิดระบบสุญญากาศ

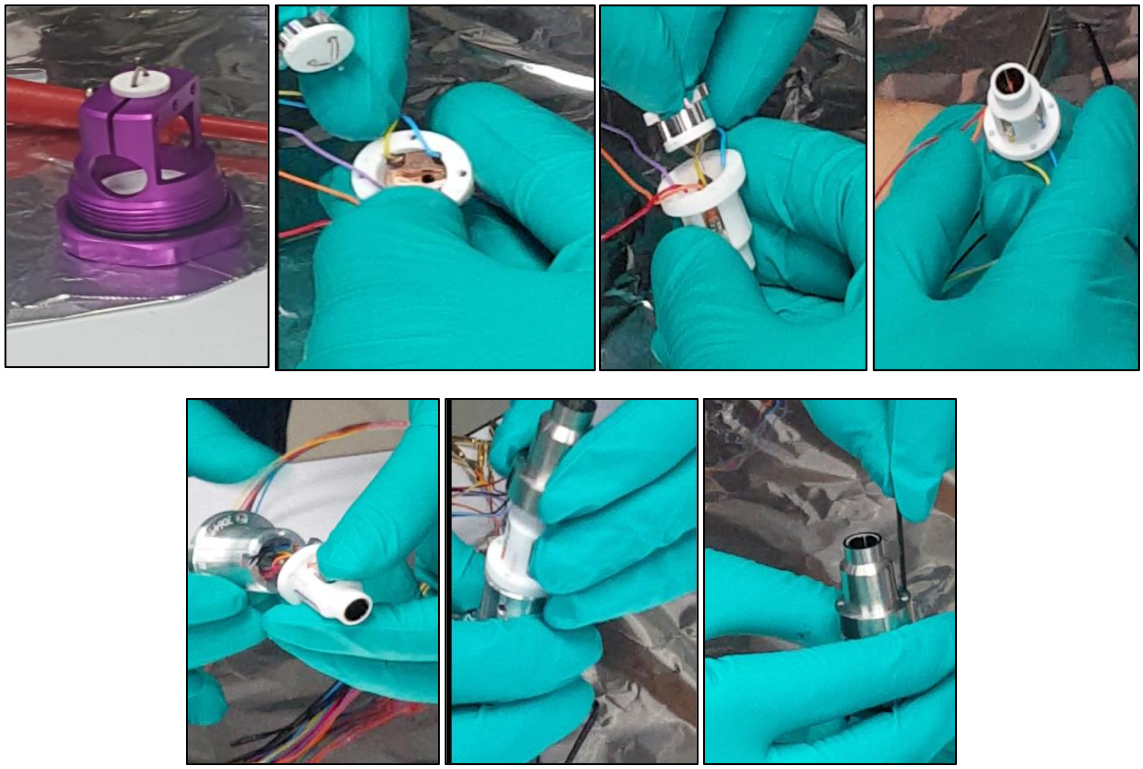
2. เปิด FSX flange ด้านบนของ analysis chamber ออก ก่อนทำการยกออกด้วยเครน ด้วยความระมัดระวัง filament จะบรรจุอยู่ในส่วนของ electron gun ตามรูป

3. ถอดสายเชื่อมต่อกับ electron gun ออก จากนั้นถอด electron gun ออก

4. จากนั้นถอดชุดเซรามิกส์ที่บรรจุ filament ออกจากทางด้านหลังของ electron gun ออก



5. ใส่ filament ใหม่ด้วยความระมัดระวัด ห้ามจับ filament โดยตรง ตัว filament ค้อนข้างเปราะ หากเกิดการกระแทกหรือบิดตัว filament อาจเกิดความเสียหายได้ ตัว filament จะต้องอยู่ตรงกลางไม่เช่นนั้น electron emission จะไม่ปกติ



6. ติดตั้ง electron gun กลับ เชื่อมต่อสายสัญญาณและทำการปิด flange

4.4.2 ขั้นตอนการ degas filament

หลังจากการเปลี่ยน filament ใหม่หรือมีการเปิดระบบสุญญากาศจำเป็นที่จะต้อง degas filament ก่อนการใช้งาน electron gun เสมอ เพื่อเป็นการไล่แก๊สที่สะสม โดยปกติจะทำหลังจากการ bake โดยขั้นตอนต่างๆ แสดงในรายงานเชิงเทคนิคหมายเลข SLRI-TR-2023-048

4.5 การดูแลรักษา X-ray source

X-ray source ของเครื่องสามารถสร้างลำแสง X-ray ที่เป็น monochromatic และสามารถทำการ focus และ scanning ลำแสงเพื่อใช้ในการสร้างภาพ SXI และวัดสเปกตรัมได้ โดยมีหลักการทำงานแสดงให้เห็นในรูปที่ 4.4 ระบบจะสร้างลำอิเล็กตรอนจาก filament ซึ่งเป็น LaB_6 จากนั้น focus และ scan ลำอิเล็กตรอนไปบน Aluminum anode โดย electrostatic lense ทำให้เกิด scanning X-ray ที่จะสะท้อนกับ quartz crystal monochromator โดยขนาดของลำ X-ray ที่สร้างได้จะมีความสัมพันธ์กับกำลัง

เมื่อทำการ scanning X-ray source จะทำงานสัมพันธ์ (synchronize) กับ Analyzer input lense ซึ่งเป็นตัวกำหนดมุมที่ electron energy analyzer ทำกับพื้นผิวของตัวอย่าง ปกติจะอยู่ที่ 45 องศา Analyzer input lense ดังกล่าวมีหน้าที่รวบรวมอิเล็กตรอนที่หลุดออกมาจากพื้นผิวของตัวอย่างเข้าไปที่ electron energy analyzer มากที่สุด ปกติเมื่ออิเล็กตรอนหลุดออกมาจากพื้นผิววัสดุจะวิ่งกระจายไปทั่วระบบสุญญากาศ โดยในระบบจะประกอบไปด้วยเลนส์ 3 ตัว Gauze lense (Scanning lense) Lense2 และ Lense3 ทำหน้าที่ดึงและโฟกัสอิเล็กตรอนเข้าสู่ optics path ตรงไปที่ electron energy analyzer

4.5.1 ขั้นตอนการ degas filament ของ X-ray source

เนื่องจากระบบของ X-ray source ประกอบไปด้วย electron gun ที่ใช้ในการสร้าง X-ray ซึ่งมี filament ที่เป็น LaB_6 ดังนั้นหลังจากการเปิดระบบสุญญากาศของเครื่องทุกครั้ง จำเป็นที่จะต้องมีการ degas filament ดังกล่าวทุกครั้ง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. เปิดโปรแกรม PHI SmartSoft-VersaProbe™ และเลือกการใช้งานให้อยู่ในโหมดของ Service

2. ก่อนการ degas ทุกครั้งต้องปรับค่า detection multiplier ของ electron energy analyzer ให้เป็น 1000 ก่อนทุกครั้งเพื่อเป็นการป้องกันความเสียหาย โดยการเลือกแถบ Hardware และ Detector จากนั้นเปลี่ยนค่า Multiplier เป็น 1000

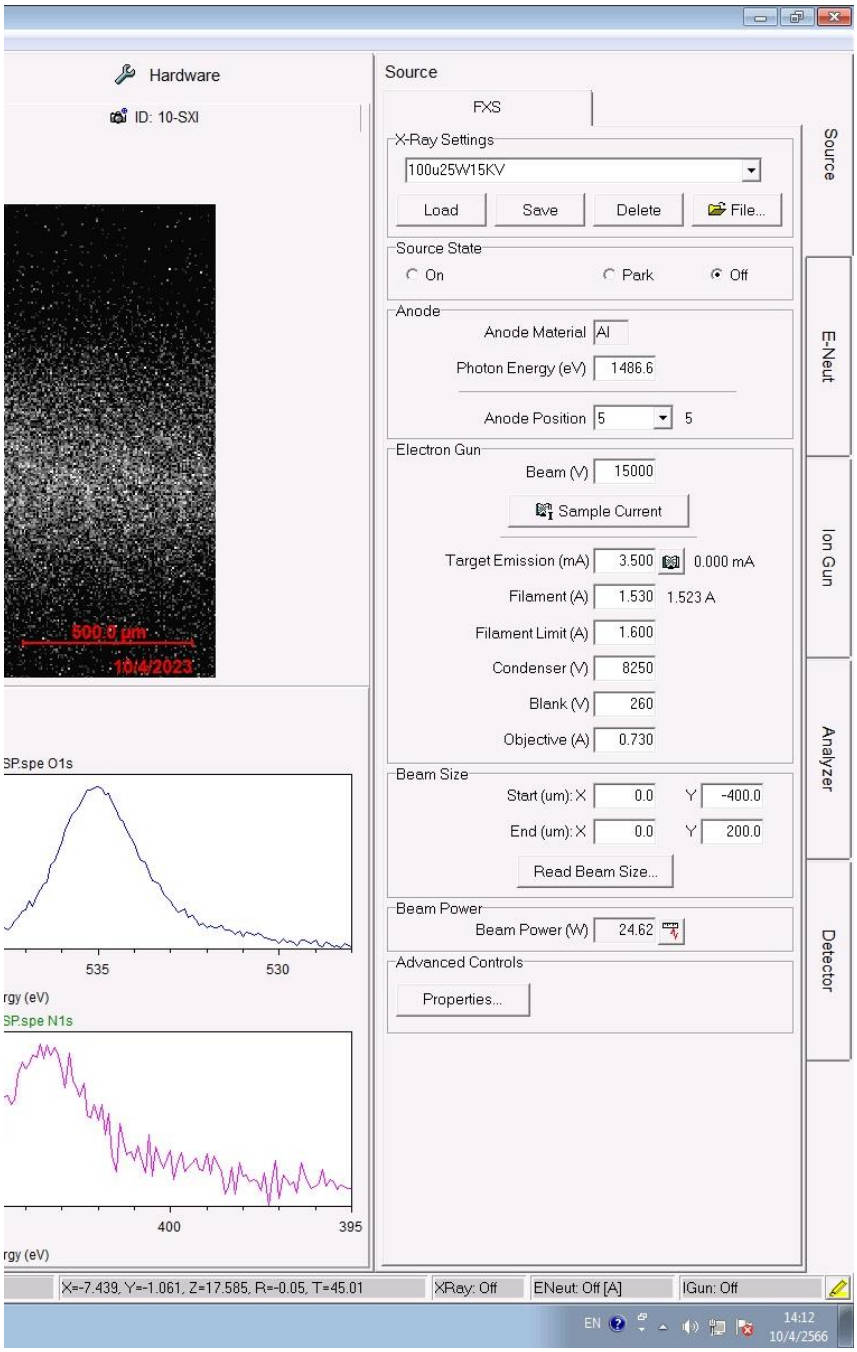
3. ก่อนการ degas หรือเพิ่ม Filament current ต้องแน่ใจว่าความดันของระบบต่ำกว่า 10^{-8} mbarr

4. เลือกแถบ Hardware และ Source ในช่อง Electron Gun ตั้งค่า

Beam (V)	0	→ 5000
Blank	290	→ 200

Filament limit 0 → 1.5

5. เพิ่มค่า Filament (A) ในหน้าต่าง Electron Gun เป็น 0.25 จากนั้นเลือก Source State เป็น On สังเกตค่าความดันในระบบ หากความดันเพิ่มขึ้นสูงเกินไปกว่าระบบจะรับได้ ให้ลดค่า Filament (A) ลงและรอจนความดันลดลง



6. เพิ่มค่า Filament (A) ครั้งละ 0.25 A ค้างไว้ 1 นาที โดยสังเกตค่าความดันในระบบทุกครั้ง หากความดันเพิ่มขึ้นสูงเกินไปกว่าระบบจะรับได้ ให้ลดค่าลงและรอจนความดันลดลง

7. เมื่อค่า Filament (A) ถึง 1.0 A เพิ่มค่าครั้งละ 0.1 A ค้างไว้ 5 นาที จนถึง 1.5 A โดยสังเกตค่าความดันในระบบทุกครั้ง หากความดันเพิ่มขึ้นสูงเกินไปกว่าระบบจะรับได้ ให้ลดค่าลงและรอจนความดันลดลง

8. เมื่อค่า Filament (A) ถึง 1.5 A เพิ่มค่า Beam (V) ครั้งละ 1 kV ค้างไว้ 5 นาที ไปจนถึง 15 kVโดยสังเกตค่าความดันในระบบทุกครั้ง หากความดันเพิ่มขึ้นสูงเกินไปกว่าระบบจะรับได้ ให้ลดค่าลง

9. เพิ่มค่า Condenser (V) ครั้งละ 1 kV ค้างไว้ 5 นาที จาก 0 ไปที่ 10 kV โดยสังเกตค่าความดันในระบบทุกครั้ง หากความดันเพิ่มขึ้นสูงเกินไปกว่าระบบจะรับได้ ให้ลดค่าลง

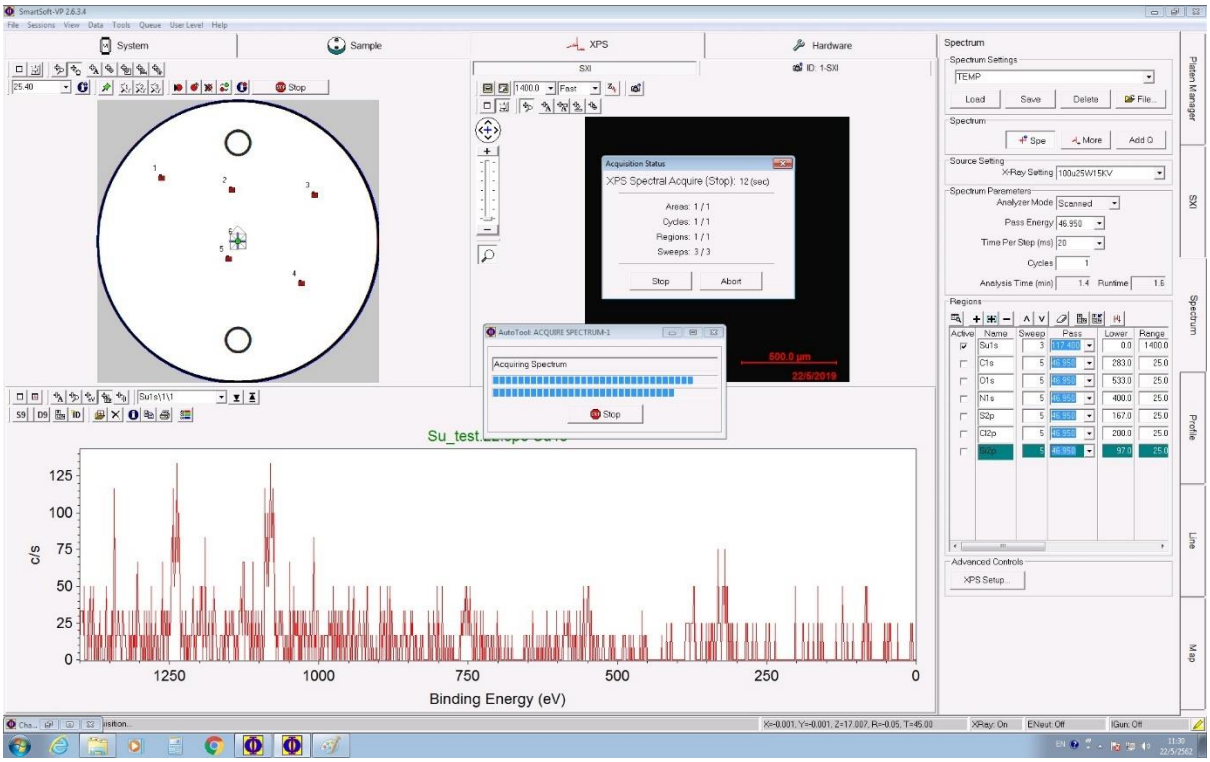
10. เพิ่มค่า Objective (A) ครั้งละ 0.1 A ค้างไว้ 5 นาที จาก 0 ไปที่ 0.7 A โดยสังเกตค่าความดันในระบบทุกครั้ง หากความดันเพิ่มขึ้นสูงเกินไปกว่าระบบจะรับได้ ให้ลดค่าลง

11. ปรับค่ากระแส Filament (A) ลงไปที่ 1.1 A เมื่อกระบวนการทุกอย่างด้านบนเสร็จสิ้น

12. ในกรณีเปลี่ยน filament ใหม่ ก่อนทำการเพิ่มความต่างศักย์ ให้กดเปิด Oxygen leak ใน Menu Console Control Bakeout แล้วเปิดทิ้งไว้ข้ามคืนโดยค่าออกซิเจนที่อ่านได้จาก Oxygen leak ต้องน้อยกว่า $1x10^{-5}$ Pa หลังจากผ่านไป 1 คืน (หรือค่า Oxygen leak น้อยกว่า $1x10^{-5}$ Pa) ให้เพิ่มความต่างศักย์ไปจนกระทั่ง 20 kV โดยทำการเพิ่มทีละ 1 kV แล้วค้างไว้ 5 นาทีสังเกต arc ที่จะเกิดขึ้นให้ความต่างศักย์ลงถ้าหากจำเป็น ในกรณีที่ไม่ได้เปลี่ยน ใหม่ ให้ทำการเพิ่มความต่างศักย์ (high voltage) ไปที่ 20 kV โดยไม่ต้องทำขั้นตอน Oxygen leak

4.5.2. ขั้นตอนการทำความสะอาด X-ray source

ในบางกรณีเมื่อใช้ระบบไปสักระยะอาจพบปัญหาไม่สามารถวัดสเปกตรัมได้ ไม่มีสัญญาณดังแสดงให้เห็นดังรูป โดยปัญหาดังกล่าวอาจเกิดจากเป้า Al สำหรับการสร้าง X-ray สกปรก สามารถแก้ไขได้โดยขั้นตอนดังนี้

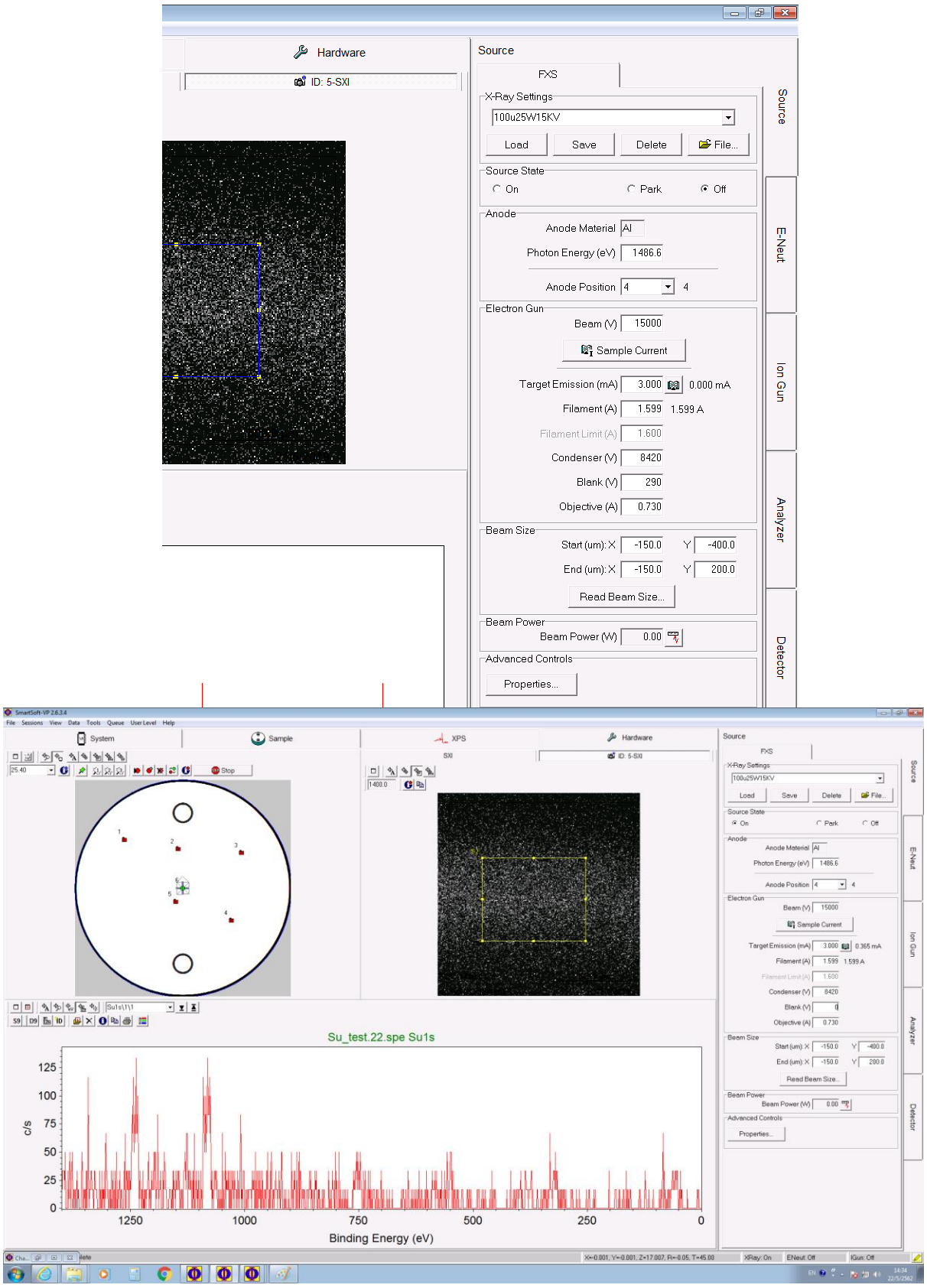


1. เปิดโปรแกรม PHI SmartSoft-VersaProbe™ และเลือกการใช้งานให้อยู่ในโหมดของ Service

2. ตรวจสอบค่า Beam Power โดยเลือกแถบ Hardware และ Source ในช่อง Beam Power หากทีค่าเป็น 0 แสดงว่าเกิดปัญหาขึ้น

3. เลือก Source State เป็น On

4. ตั้งค่า Blank (V) เป็น 0 จากนั้น อ่านค่า Target Emission (mA) รอประมาณ 30 นาที จนค่าค่อยๆเพิ่มขึ้นจนถึง 3 mA ในบางกรณีอาจรอนานกว่านี้


Hardware
ID: 5-SXI
Source
FXS
X-Ray Settings
100u25W15KV
Load
Save
Delete
File...
Source State
On
Park
Off
Anode
Anode Material
Al
Photon Energy (eV)
1486.6
Anode Position
4
Electron Gun
Beam (V)
15000
Sample Current
Target Emission (mA)
3.000
0.000 mA
Filament (A)
1.599
1.599 A
Filament Limit (A)
1.600
Condenser (V)
8420
Blank (V)
290
Objective (A)
0.730
Beam Size
Start (um): X
-150.0
Y
-400.0
End (um): X
-150.0
Y
200.0
Read Beam Size...
Beam Power
Beam Power (W)
0.00
Advanced Controls
Properties...
Source
E-Neut
Ion Gun
Analyzer
Detector
System
Sample
XPS
Hardware
Stop
Su1s\1\1
Su_test.22.spe Su1s
c/s
125
100
75
50
25
0
1250
1000
750
500
250
0
Binding Energy (eV)

4.6 การดูแลรักษาระบบ manipulator และ stage

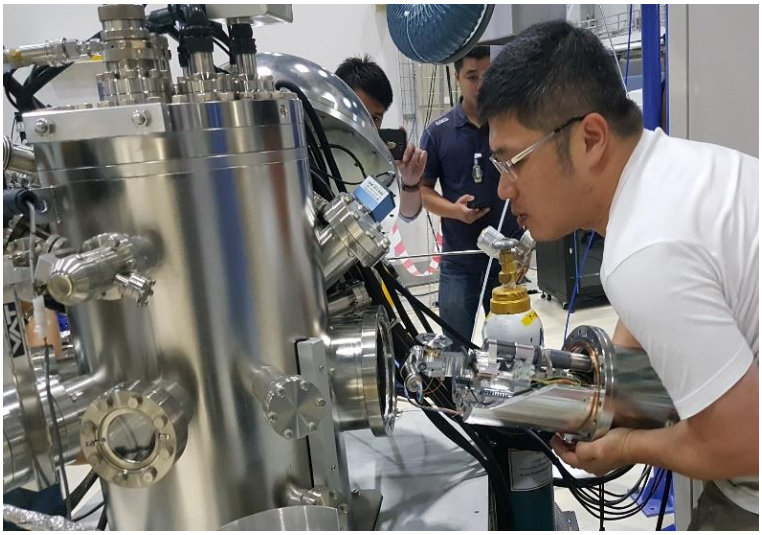
ระบบ Manipulator ของเครื่องเป็น Motorized five axis sample manipulator

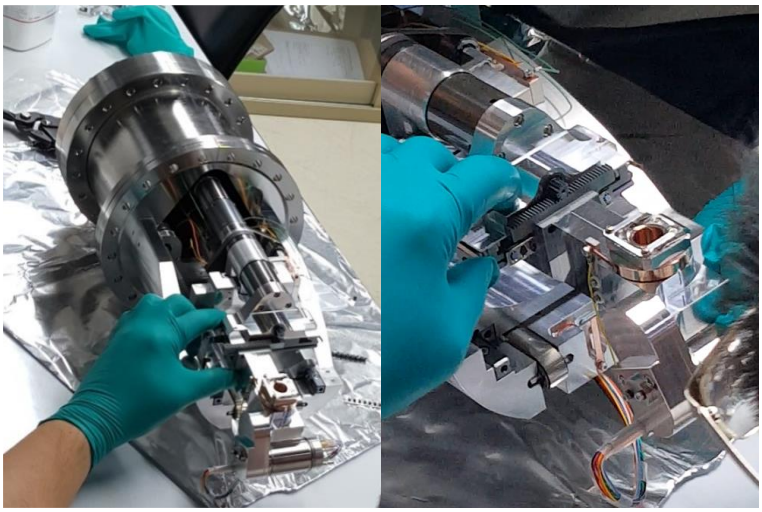
- เคลื่อนที่ในแนวระนาบ X และ Y ได้ที่ระยะ ±25 mm
- เคลื่อนที่ในแนวดิ่ง Z ได้ที่ระยะ 20 mm
- Tilt 0-90°
- Eucentric tilt
- Rotation 360°
- Compucentric Zalar Rotation within 8 mm

4.6.1. วิธีการถอดเคลื่อนย้ายและเปลี่ยนลูกปืน (baring)

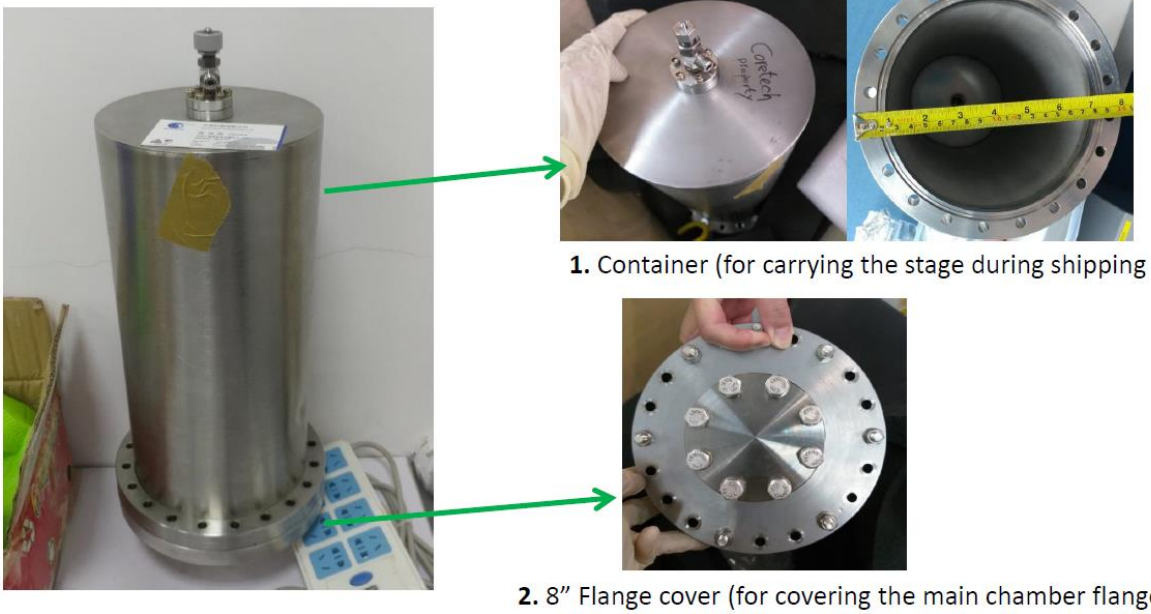
1. ปิดระบบและเปิดระบบสุญญากาศสู่ความดันบรรยากาศ

2. ปลดสายเชื่อมต่อระบบ stage ออก และเปิด flange ที่ติดตั้งออก



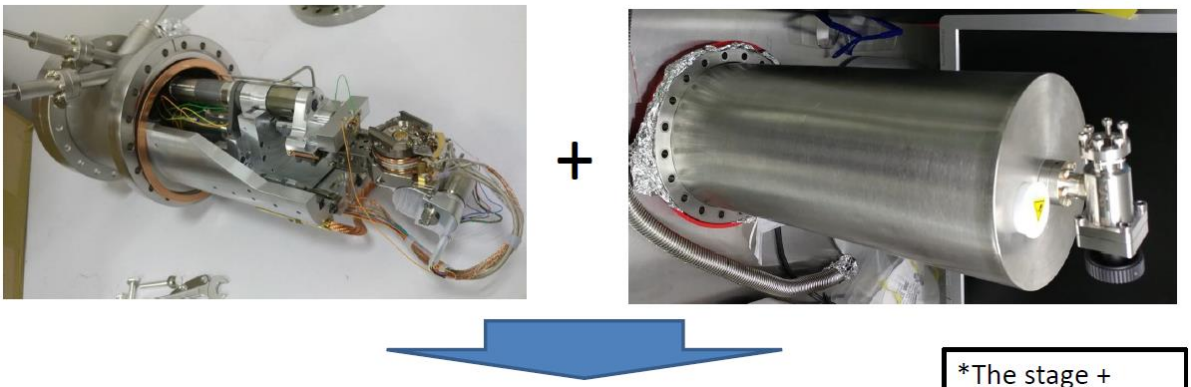


3. ในกรณีที่จำเป็นต้องมีการขนส่ง stage จำเป็นต้องใช้ถังสุญญากาศที่มีขนาดหน้า flange 8 นิ้ว ตามภาพ



1. Container (for carrying the stage during shipping

2. 8” Flange cover (for covering the main chamber flange after removed the stage from customer’s system)



*The stage + container should sit horizontally inside the shipping box. Please also ensure enough packing material for proper protection against shipping damage

4.6.2 วิธีการ initialize ระบบ stage

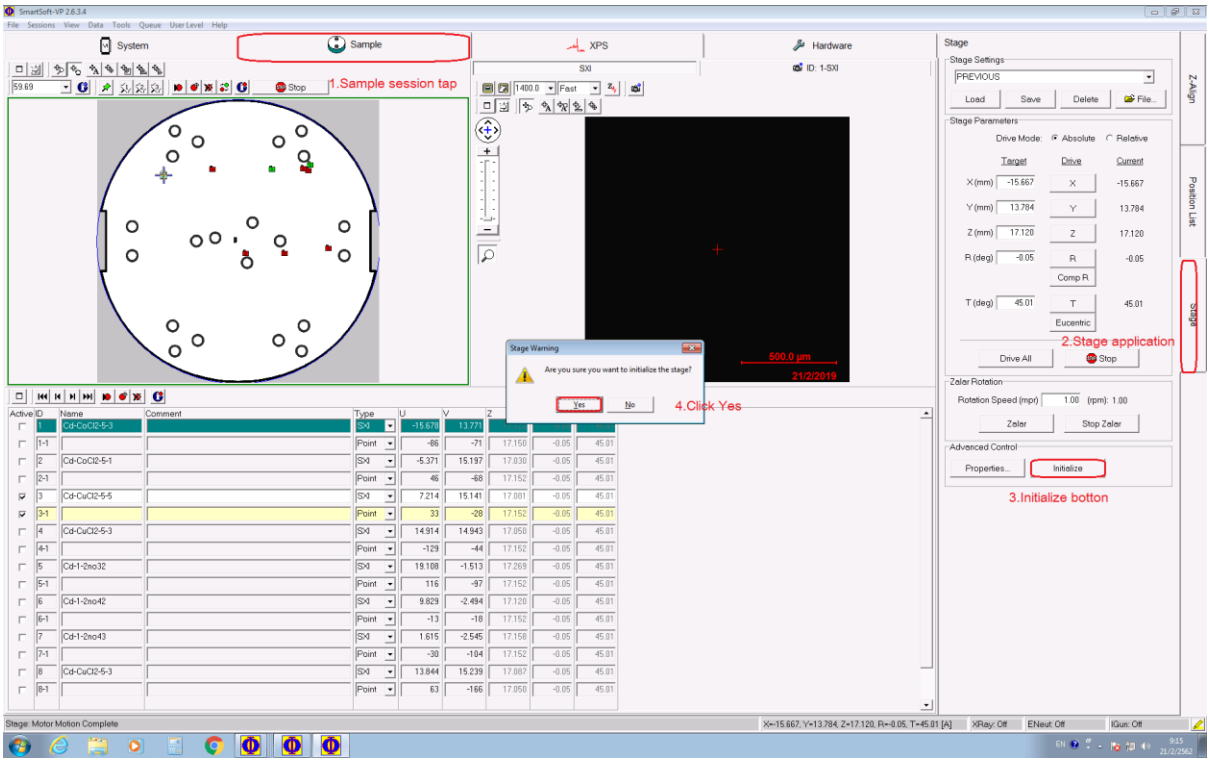
ในกรณีที่ encoder ของ motor ที่ควบคุม manipulator และ stage มีปัญหา สามารถ initialize ตัว motor ได้ดังนี้

1. เปิดโปรแกรม PHI SmartSoft-VersaProbe™ และเลือกการใช้งานให้อยู่ในโหมดของ Service

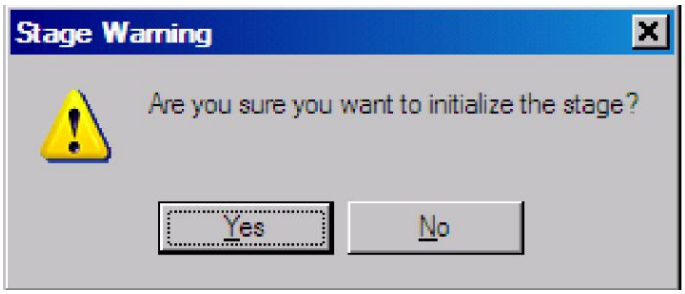
2. โดยปกติการ initialize จะสามารถทำได้โดยการโหลด Platen ขนาด 1” ไปที่ stage เท่านั้น

3. เลือกแถบ Sample และ Stage

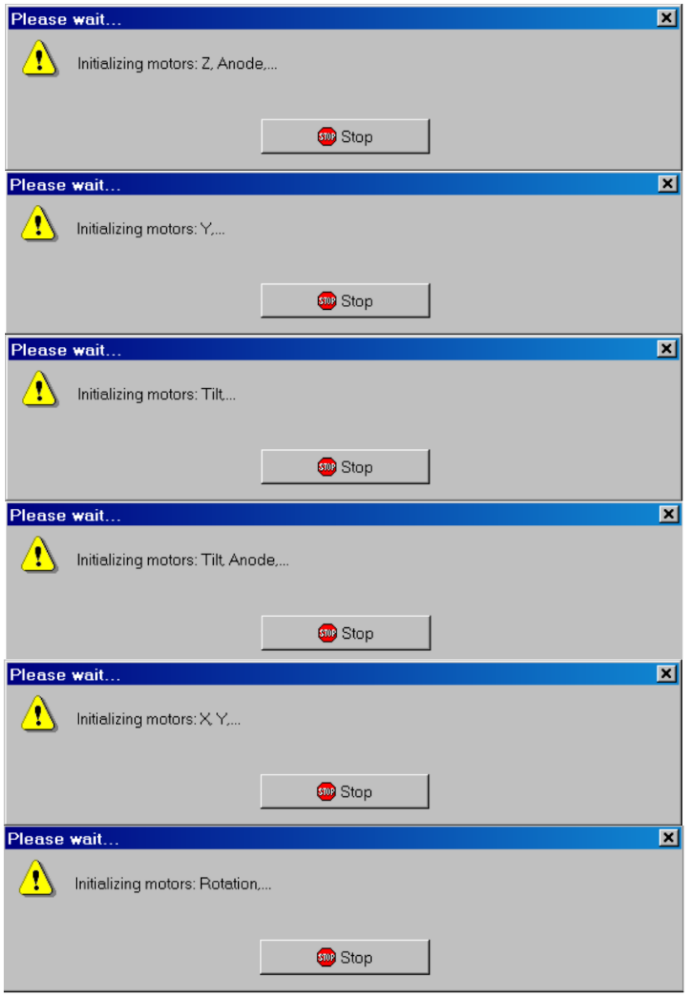
4. กด Initailize



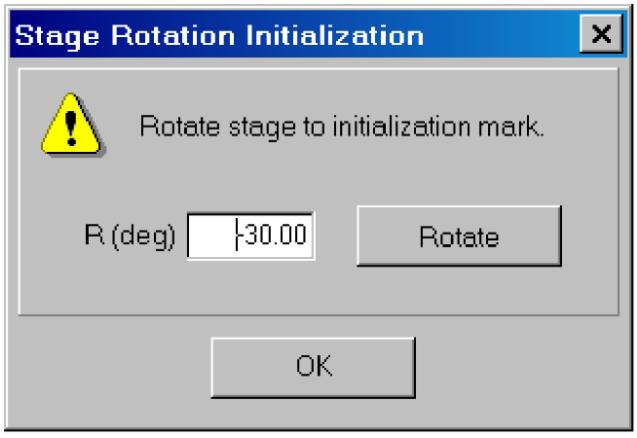
5. จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง ให้กดยืนยัน



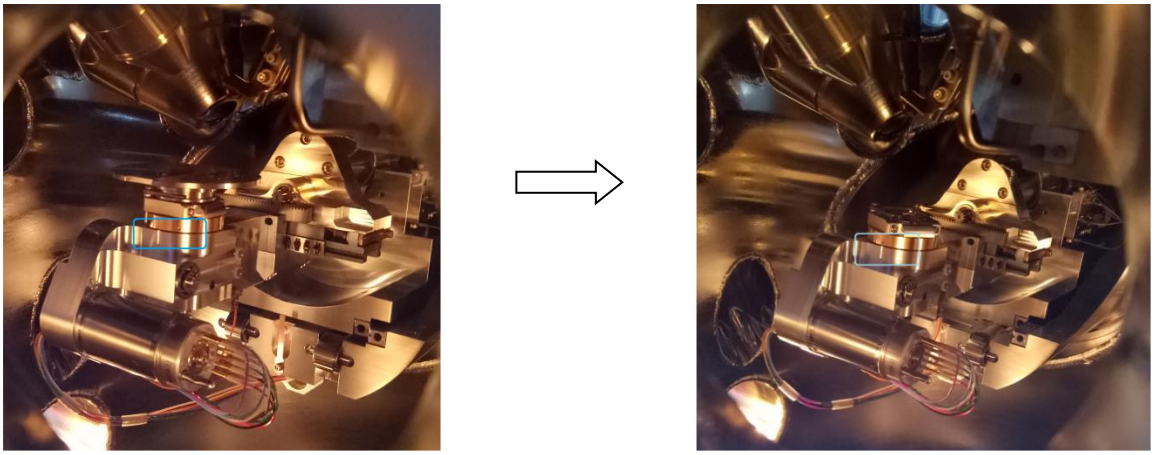
6. จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างการตั้งค่าของ Z, Anode, Tilt, X and Y axis ตามรูป



7. เมื่อระบบ initialize motor: Rotation จำเป็นจะต้องมีการปรับการหมุนของ stage โดยระบบจะแสดงหน้าต่างดังรูป



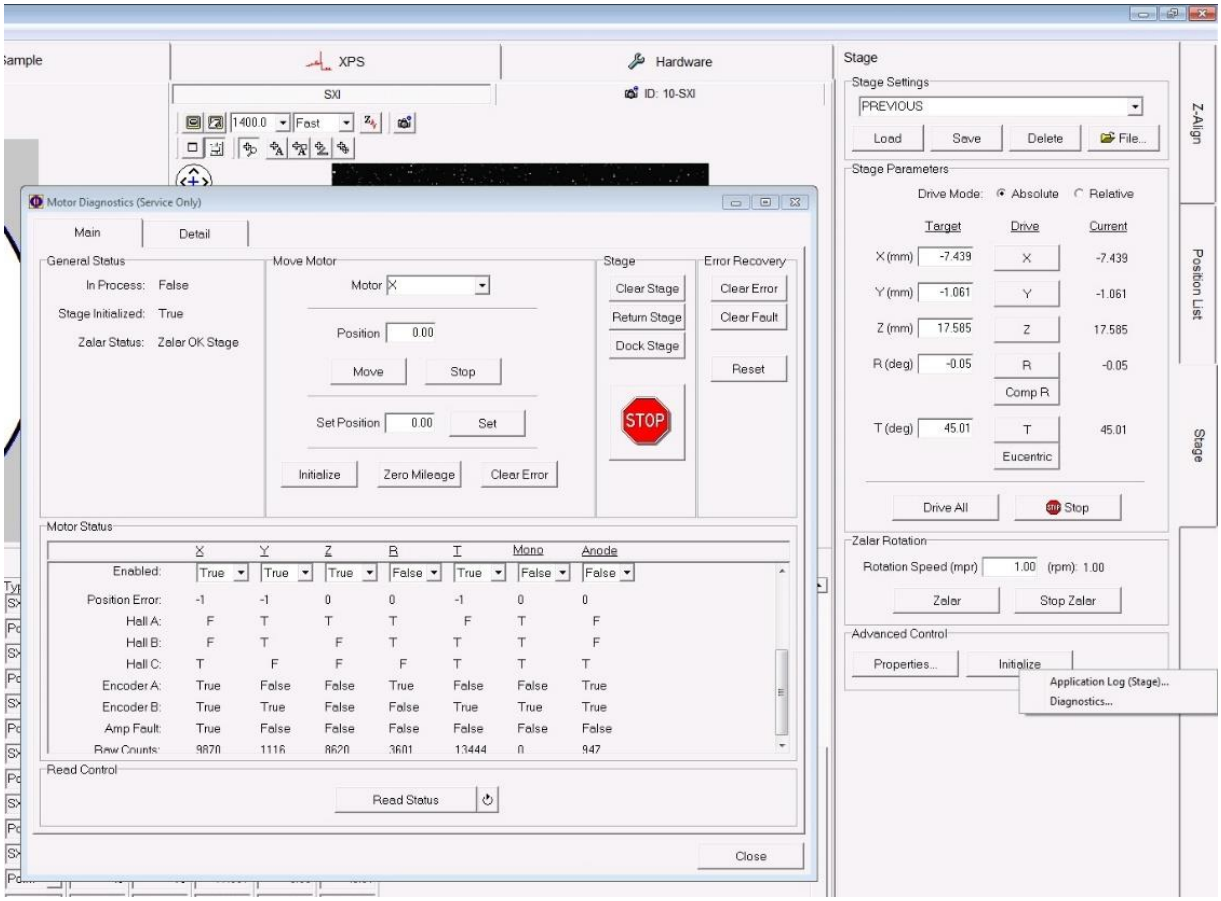
8. ให้ตรวจสอบที่ stage จะมีจุดและขีดอยู่บน stage ให้ทำการปรับค่า R (deg) จนจุดและขีดบน stage ตรงกัน จากนั้นกด OK ใน



9. เมื่อเสร็จสิ้นจะแสดงหน้าต่าง

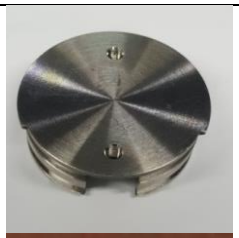
10. ในบางกรณีการ initialize motor สามารถทำโดยเฉพาะบางแกนที่มีปัญาเท่านั้นโดยสามารถทำได้โดย ไปที่แถบ Sample และ Stage จากนั้นคลิกขวาเลือก Diagonostics จะปรากฏหน้าต่างดังรูป

11. เลือกแกน motor จากนั้นกด Initialize



4.6.3 การใช้งาน Platen และการเตรียมตัวอย่าง

Sample holder	ลักษณะ
	• Model 260HC • ขนาด 60 mm หรือ 2.36” • ทำจาก stainless steel • สำหรับตัวอย่างทั่วไป ขนาดใหญ่ที่สุด 50 mm หรือ 2.00” สามารถนำตัวอย่างเข้าสู่ระบบได้ครั้งละหลายตัวอย่าง

Sample holder	ลักษณะ
	• Model 190HC • ขนาด 25.4 mm หรือ 1” • ทำจาก stainless steel • สำหรับตัวอย่างทั่วไป ขนาดใหญ่ที่สุด 25.4 mm หรือ 1” • สามารถใช้สำหรับ initialize ระบบ stage ของเครื่องได้
	• Model 191HC • ขนาด 25.4 mm หรือ 1” • ทำจาก stainless steel • มีช่องขนาด 10 mmX20 mmX5 mm หรือ 0.4”X0.8”X0.2” สำหรับตัวอย่างที่มีความหนาพิเศษ
	• Model 279HCA • ขนาด 50 mmX16 mm หรือ 1.97” X5/8” • ทำจาก stainless steel • สำหรับการวัดแบบเปลี่ยนมุม Angle XPS สามารถใส่ได้ครั้งละหลายตัวอย่าง
	• ขนาด 25.4 mm หรือ 1” • ทำจาก stainless steel และ SiC สำหรับ Heater • สำหรับการทดลองแบบ in-situ ที่มีการให้ความร้อนและภายใต้การไหลของก๊าซ (Max 800°c)

การเตรียมตัวอย่าง

1. เทคนิคนี้ไม่สามารถวิเคราะห์ตัวอย่างที่เป็นของเหลวและความดันไอต่ำ (ระเหิดง่าย) ได้ หากไม่แน่ใจว่าตัวอย่างนั้นสามารถทำการทดลองได้หรือไม่ควรปรึกษาผู้ดูแลเครื่องก่อน

2. ไม่อนุญาตให้ทำการวัดตัวอย่างที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบหรือปนเปื้อน เนื่องจากจะสร้างความเสียหายกับระบบสุญญากาศของระบบได้

3. ในกรณีที่ตัวอย่างมีความชื้นหรือมีรูพรุนสูง ผู้ทดลองควรกำจัดความชื้นในตัวอย่างก่อนนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ เพื่อลดเวลาในการนำตัวอย่างเข้าสู่ระบบสุญญากาศ

4. สวมถุงมือทุกครั้งในการเตรียมตัวอย่าง เพื่อป้องกันสิ่งเจือปนเข้าไปในระบบสุญญากาศ, UHV (10^{-8}-10^{-10} mbar) และป้องกันสิ่งเจือปนบนตัวอย่างเนื่องจากเทคนิค XPS เป็นเทคนิควิเคราะห์บริเวณพื้นผิวตัวอย่าง ดังนั้นหากมีสิ่งเจือป่นบนผิวหน้าตัวอย่างจะส่งผลต่อผลการทดลองทันที

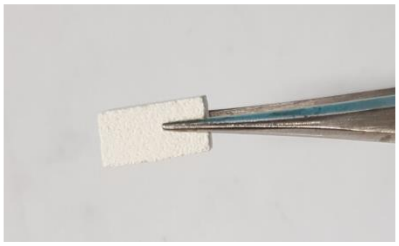
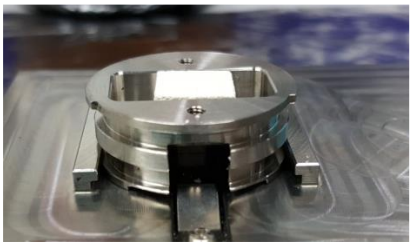
5. สวมหน้ากากอนามัยสำหรับการเตรียมตัวอย่าง เพื่อป้องกันสารเคมี หรือ ตัวอย่างที่มีสารอันตรายเข้าสู่ร่างกาย

การเตรียมตัวอย่างที่เป็นชิ้นหรือฟิล์มบาง (Thin flim)

1. ในกรณีที่ตัวอย่างมีลักษณะเป็นชิ้นหรือฟิล์มบางที่สามารถนำเข้าสู่ระบบสุญญากาศได้ สามารถนำตัวอย่างติดลงบน sample holder โดยใช้เทปคาร์บอนหรือคอปเปอร์ได้เลย โดยขนาดของตัวอย่างจะต้องไม่เกินขนาดของ sample holder และไม่ควรมีความหนาเกิน 3 mm.

การเตรียมตัวอย่างที่มีความหนา

1. ในกรณีที่ตัวอย่างมีลักษณะเป็นชิ้นที่มีความหนาพิเศษ จำเป็นต้องใช้ sample holder พิเศษ โดยนำตัวอย่างติดในช่องของ sample holder โดยใช้เทปคาร์บอนหรือคอปเปอร์ได้

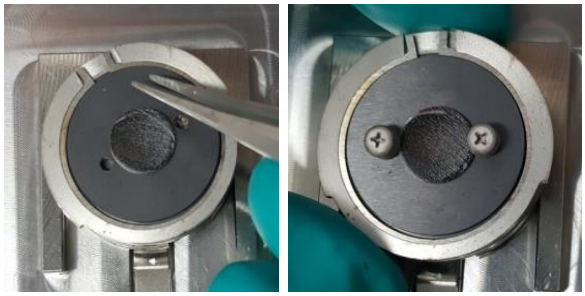
การเตรียมตัวอย่างที่เป็นผง (Powder)

1. ในกรณีที่ตัวอย่างมีลักษณะเป็นผงให้ทำการอัดเม็ดตัวอย่างก่อน โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางแนะนำประมาณ 0.5 mm หากตัวอย่างจะมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการนำตัวอย่างเข้าสู่ระบบสุญญากาศ จากนั้นทำการติดตัวอย่างบน sample holder ด้วยเทปคาร์บอนหรือคอปเปอร์

2. ในกรณีที่สารมีปริมาณน้อยไม่สามารถอัดเป็นเม็ดได้ สามารถเตรียมได้โดยการโปรยหรือป้ายสารบนเทปคาร์บอนหรือคอปเปอร์ขนาดประมาณ 3x3 mm^2 ก่อนนำไปติดบน sample holder

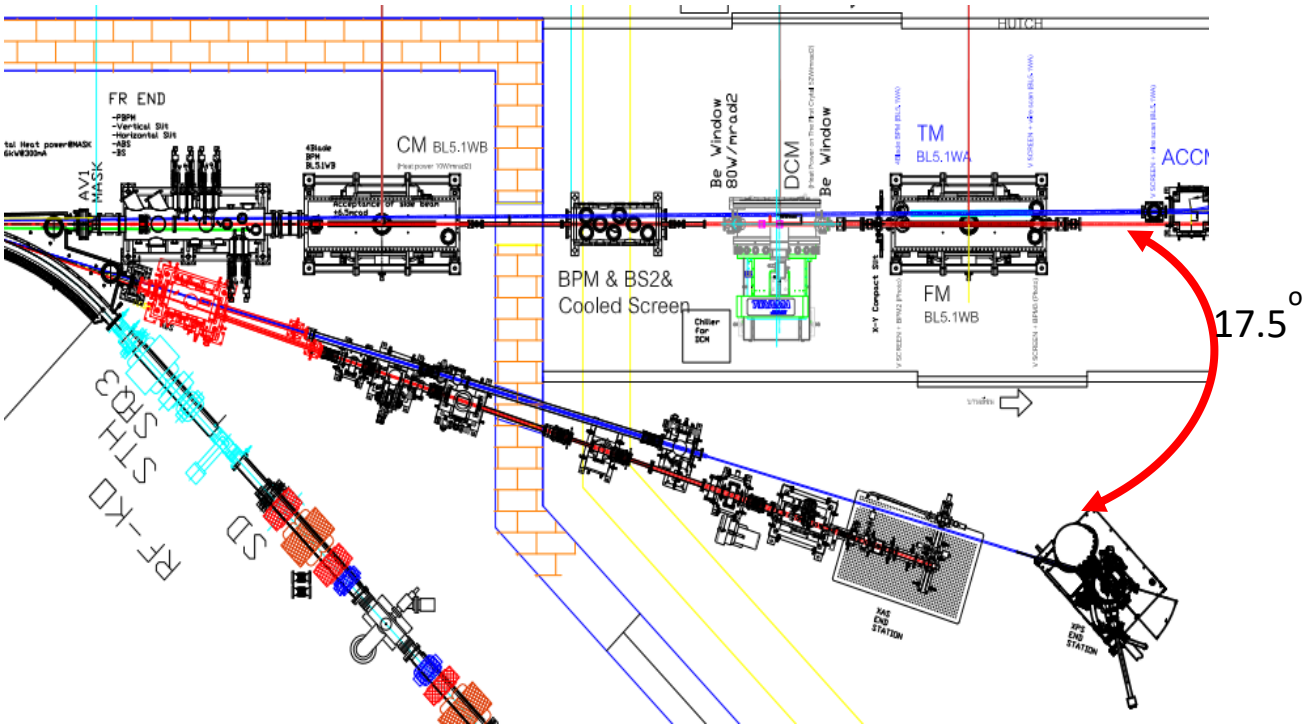
การเตรียมตัวอย่างสำหรับการทำการทดลองแบบ in-situ ให้ความร้อน

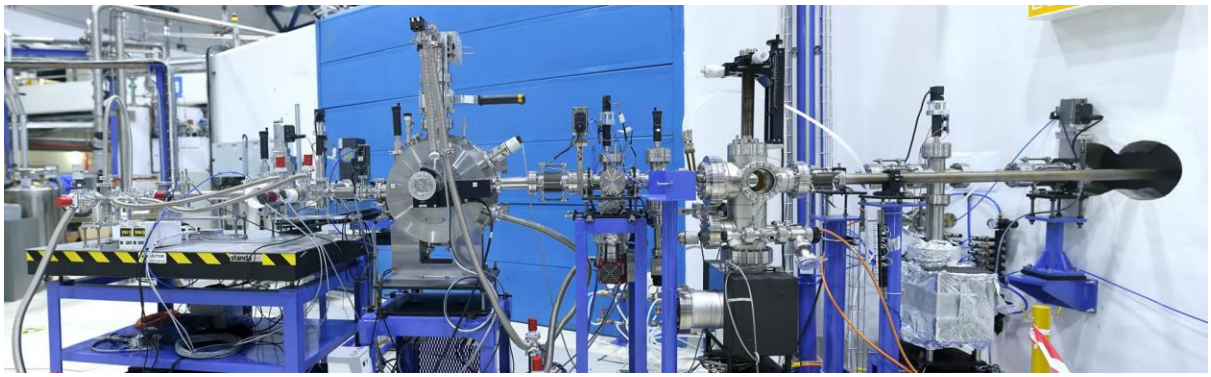
1. สำหรับการทดลองแบบ in-situ ตัวอย่างจะต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 cm โดยจะยึดบน sample holder โดยการใช้แผ่นโลหะและน้อตยึดติด ไม่สามารถใช้เทปคาร์บอนหรือคอปเปอร์ได้



4.7 การออกแบบระบบเชื่อมต่อเครื่อง XPS กับระบบลำเลียงแสงที่ 5.3

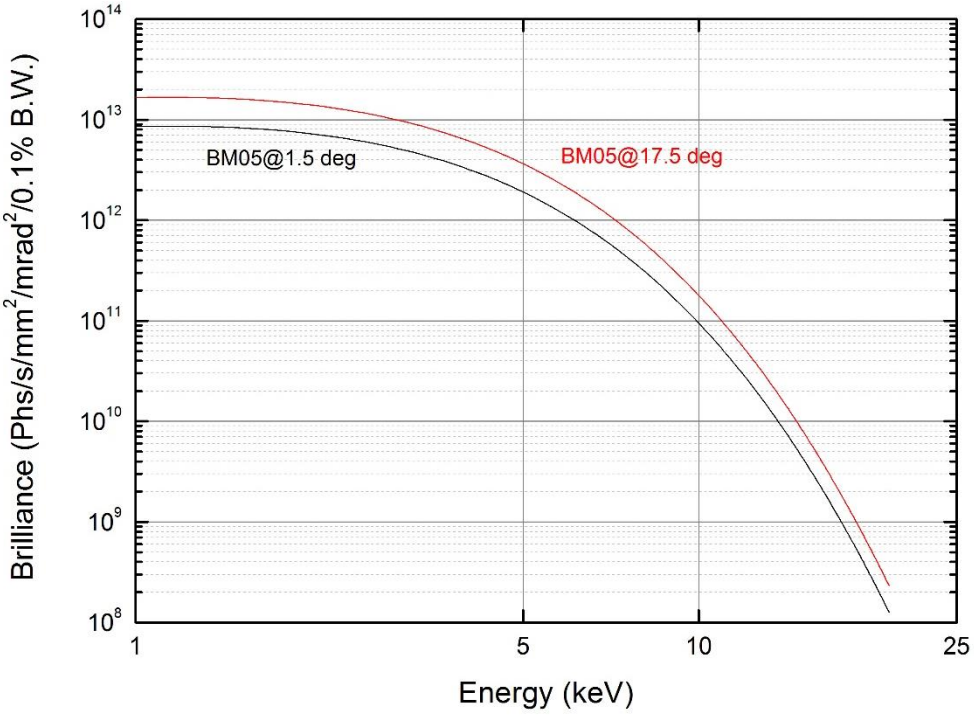
เนื่องจากหลังจากการติดตั้งเครื่อง XPS มีการศึกษาความเป็นไปได้ในการเชื่อมต่อเครื่อง XPS เข้ากับระบบลำเลียงแสงที่ 5.3 ซึ่งยังว่างอยู่ไม่มีการเชื่อมต่อกับสถานีทดลองใดๆ โดยมีวัตถุประสงค์เบื้องต้นเพื่อนำแสงซินโครตรอนมาใช้ในการฉายลงบนตัวอย่างและศึกษาการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีบริเวณพื้นผิวหลังจากการฉาย โดยระบบลำเลียงแสงดังกล่าวจะทำมุม 17 องศาตามรูปที่ 4.7 และจะใช้ระบบ front-end ร่วมกับระบบลำเลียงแสงที่ 5.2 แสดงในรูปที่ 4.8 โดยค่าความสว่าง (brilliance) ที่คำนวณได้แสดงให้เห็นในรูปที่ 4.9



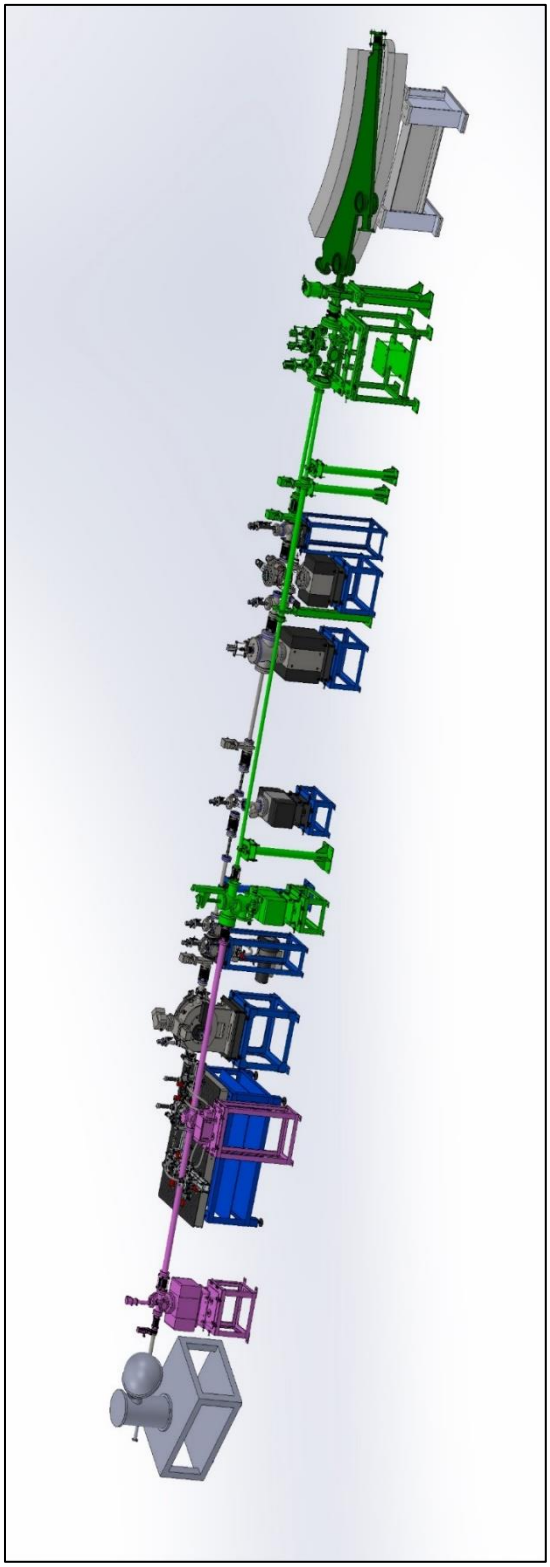


รูปที่ 4.7 แผนผังแสดงการออกแบบการเชื่อมต่อเครื่อง XPS เข้ากับระบบลำเลียงแสงที่ 5.3 และรูปภาพระบบลำเลียงแสงที่ 5.2 และ 5.3

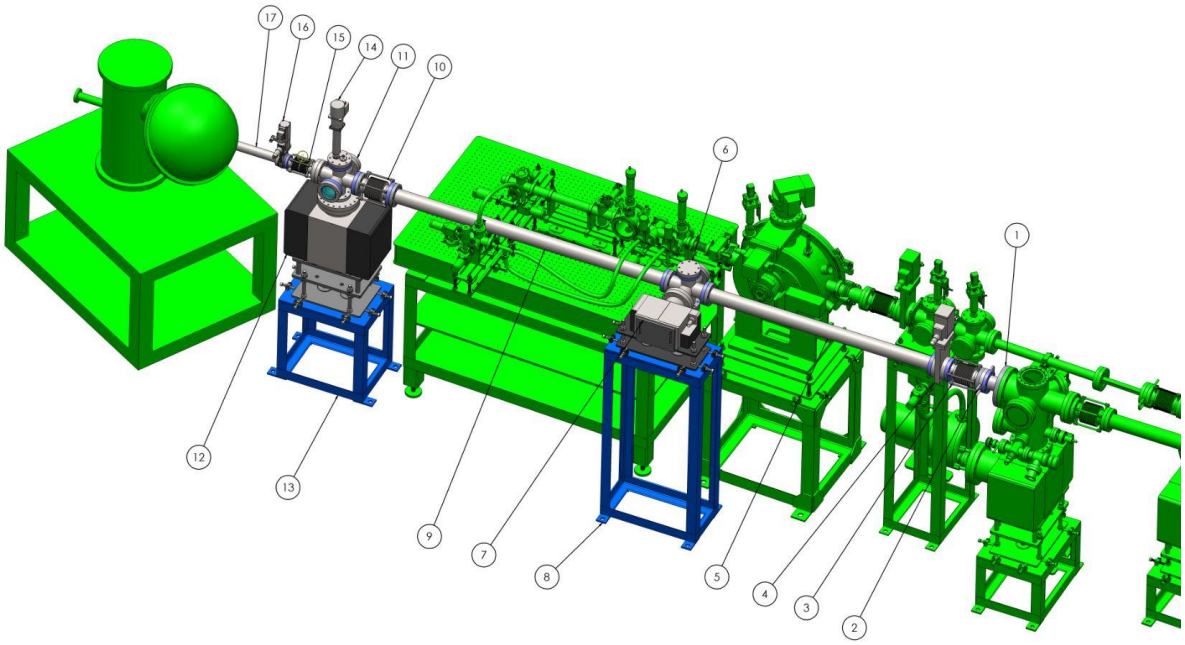
รูปที่ 4.8 รูปแสดงระบบ front-end ของระบบลำเลียงแสงที่ 5.2



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงค่าความสว่าง (brilliance) ที่คำนวณได้ที่ระบบลำเลียงแสงที่ 5.2 และ 5.3



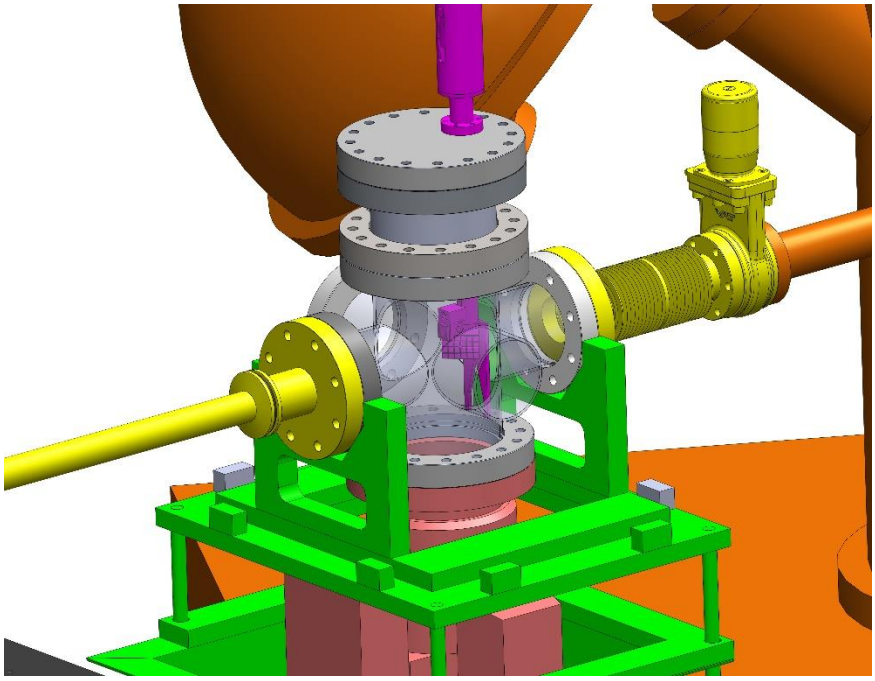
รูปที่ 4.10 แผนภาพแสดงแสดงการออกแบบการเชื่อมต่อเครื่อง XPS เข้ากับระบบลำเลียงแสงที่ 5.3



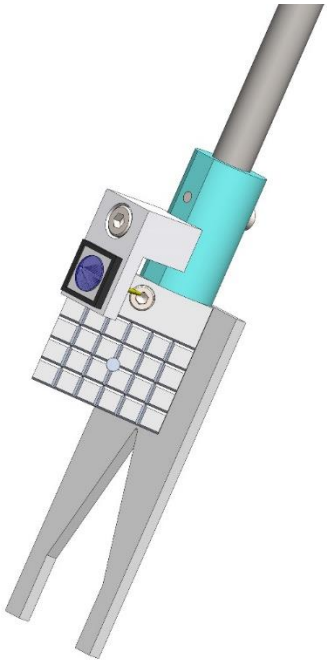
Estimation Cost for BL5.3 Connecting Section

ITEM	TITLE	Cost
1	Adaptor CF203-CF114	15,000
2	Fix Aparture	20,000
3	Bellow CF114	80,000
4	CF114 Gate Valve	200,000
5	CF114 x L1.2m Beam Duct	20,000
6	CF114 6Ways Cross	60,000
7	150L Ion Pump + Controller	400,000
8	Support Ion Pump 150L	10,000
9	CF114 x L1.4m Beamduct	22,000
10	Bellow CF114	80,000
11	CF114 6Ways Cross	60,000
12	300L Ion Pump + Controller	500,000
13	Support Ion Pump 300L	15,000
14	Wire Scan Stage Set	200,000
15	Bellow CF70	60,000
16	CF70 Gate Vave	140,000
17	CF70 Beam Duct	4,000
18	Angle Valve Set	120,000
19	CCG Gauge+Controller	200,000
	Total	2,206,000

รูปที่ 4.11 แผนภาพแสดงแสดงการออกแบบการเชื่อมต่อเครื่อง XPS เข้ากับระบบลำเลียงแสงที่ 5.3 และส่วนประกอบต่างๆ



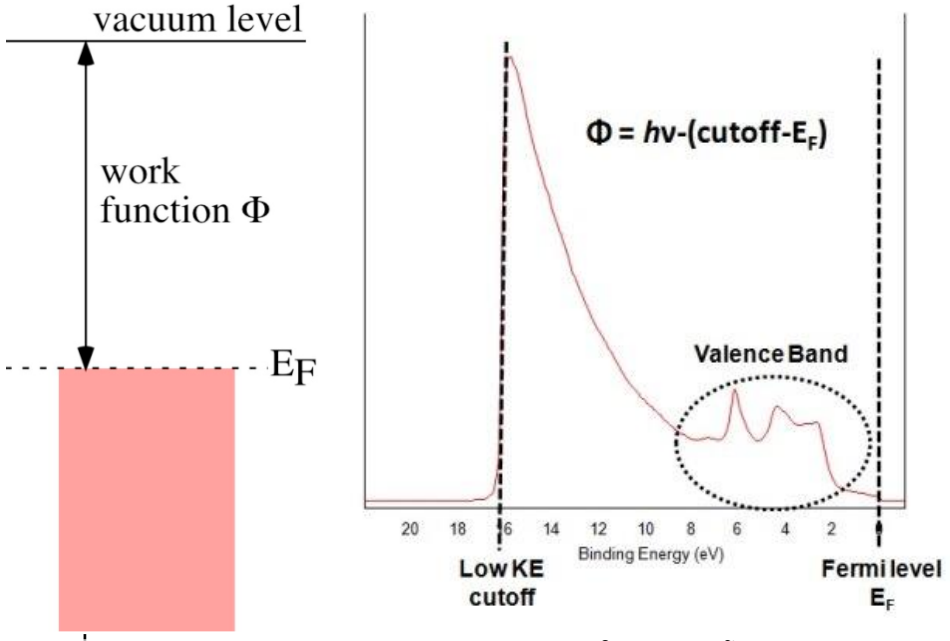
XBPM



รูปที่ 4.12 แผนภาพแสดงแสดงการออกแบบ XBPM

4.8 การออกแบบการวัดค่า work function

ค่า work function เป็นคุณลักษณะของวัสดุที่สามารถบ่งบอกถึงความสามารถในการส่งผ่านหรือปลดปล่อยอิเล็กตรอนของวัสดุ โดยเฉพาะกลุ่มโลหะ (metal) ดังรูปที่ 4.13 สามารถวัดได้ด้วยเทคนิค XPS โดยการวัดเส้นสเปกตรัมตลอดทั้งช่วงดังแสดงในรูปด้านขวา จากนั้นทำการวิเคราะห์ขอบของเส้นสเปกตรัมทั้งสองด้าน บริเวณขอบด้านพลังงานยึดเหนี่ยว (binding energy) ต่ำสุด โดยปกติจะเป็นระดับหรือขอบพลังงานเฟอร์มิ (Fermi edge) อยู่ที่ตำแหน่งที่พลังงานยึดเหนี่ยวเป็นศูนย์ในเส้นสเปกตรัม และบริเวณขอบด้านพลังงานยึดเหนี่ยวสูงสุดบริเวณสิ้นสุดของเส้นสเปกตรัม บริเวณนี้จะเรียกว่า secondary edge อิเล็กตรอนที่อยู่บริเวณนี้จะมีค่าพลังงานจลน์ต่ำเป็นศูนย์หลังจากที่หลุดออกจากพื้นผิวของวัสดุ เมื่อได้ค่าทั้งสองแล้วนำมาลบกันจะทำให้ได้ค่า work function ออกมา



รูปที่ 4.13 ภาพแสดงค่า work function ของวัสดุในกลุ่มของโลหะ ค่า work function เป็นค่าความแตกต่างระหว่างระดับพลังงานเฟอร์มิ (Fermi level) และระดับพลังงานสุญญากาศ (vacuum level) และแผนภาพเส้นการวัดค่า work function จากเส้นสเปกตรัม XPS ของวัสดุในกลุ่มของโลหะ*

(Thermo Fisher Scientific. (2022). Ultraviolet photoelectron spectroscopy. สืบค้นเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2565. จาก https://www.thermofisher.com/th/en/home/materials-science/learning-center/surface-analysis/uv-photoelectron-spectroscopy.html)

โดยปกติการวัดค่า work function จะนิยมใช้รังสีเหนือม่วง (ultraviolet) ในการทดลอง แต่ก็สามารถนำรังสีเอกซ์ (X-ray) ในการทดลอง XPS มาใช้ในการวัดและวิเคราะห์ได้ โดยในการวัดค่า work function ด้วยเทคนิค XPS จำเป็นที่จะต้องมีการให้ความต่างศักย์ไฟฟ้าแก่ตัวอย่างในการวัดเพื่อเป็นการแยกขอบพลังงานออกมา

การออกแบบและแผนการดำเนินการติดตั้งเทคนิคการวัดค่า work function

1. เปิดประตูด้านหลังของตู้ควบคุมวงจรไฟฟ้าเครื่อง XPS
2. ถอดสายเชื่อมต่อที่เขียนว่า “Target” ออกจาก stage
3. เชื่อมต่ออุปกรณ์ให้ความต่างศักย์ไฟฟ้าภายนอกกับสาย Target ด้วย BNC connector

รายละเอียดเพิ่มเติมแสดงในรายงานเชิงเทคนิคหมายเลข SLRI-TR-2023-048 หน้า 79—81

5. สรุปผล

จากการทดสอบการบำรุงรักษา รวบรวมข้อมูลวิธีการซ่อมบำรุงรวมถึงการใช้งานเครื่อง XPS: PHI 5000 VersaProbe II Scanning XPS (ULVAC-PHI, Japan) และจัดทำขึ้นเป็นรายงานเทคนิคฉบับนี้ ทำให้บุคลากรสถาบัน และผู้เกี่ยวข้องสามารถดำเนินการได้เองโดยไม่จำเป็นต้องว่าจ้างวิศวกรจากบริษัท CoreTech Integrated Limited ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูง โดยเนื้อหาในรายงานเชิงเทคนิคฉบับนี้ ประกอบด้วยข้อมูลเชิงเทคนิคและการซ่อมบำรุงเบื้องต้นดังนี้

1. วิธีการปิดเครื่องและเปิดระบบสุญญากาศสู่ความดันบรรยากาศ
2. วิธีดูแลรักษา ion gun เช่น การเปลี่ยน degas และ align ตัว filament ของ ion gun
3. วิธีดูแลรักษา electron gun เช่น การเปลี่ยนตัว filament ของ electron gun
4. วิธีดูแลรักษา X-ray gun เช่น การเปลี่ยนตัว filament และการทำความสะอาด

6. กลุ่มผู้ใช้ประโยชน์

นักวิทยาศาสตร์ระบบลำเลียงแสง วิศวกร นักศึกษาผู้ช่วยวิจัย อาจารย์ นักศึกษา ผู้ที่สนใจการวิเคราะห์วัสดุด้วยเทคนิค XPS ที่สถานีทดลองที่ 5.3 เพื่อสามารถดำเนินการบำรุงรักษาและใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

- Operator’s PHI5000 VersaProbe II Manual
- รายงานเชิงเทคนิคหมายเลข SLRI-TR-2023-048