

Dual Beam FIB (Focused Ion Beam)

FIB Operation Training Course



1) Cu 또는 C 포함 샘플

- Cu 포함 : Mo grid로 교체
- C 포함 : 결정질 카본이라면 잉크찍기, 비정질카본이라면 Ti나 Pt 스퍼터 이용

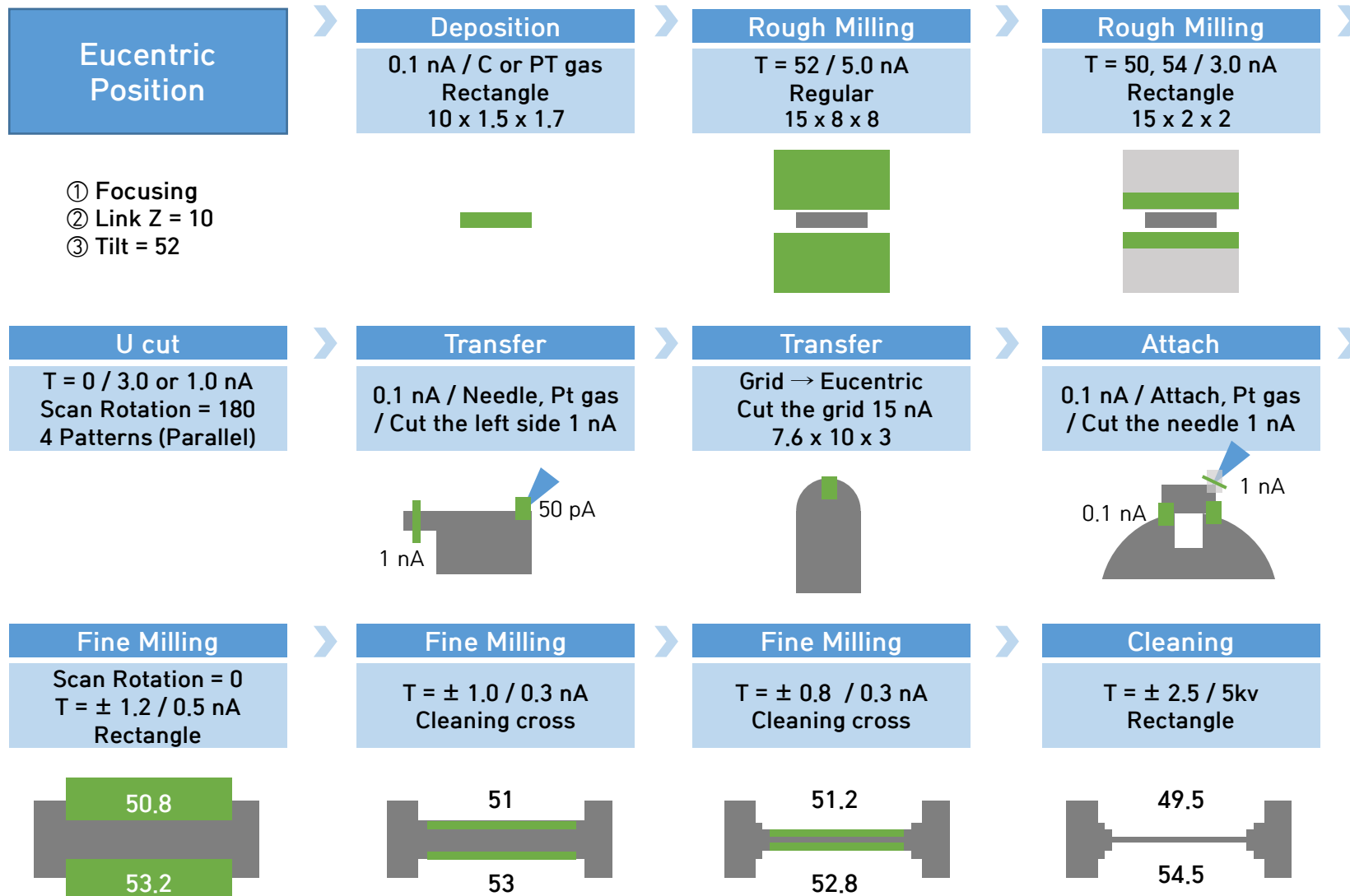
2) 샘플의 전도성

- 전도성 있음 : 바로 측정 가능 (또는 모서리에 실버페이스트만 바르고 바로 측정가능)
- 전도성 없음 : Pt가 포함되어 있지 않다면 Pt 코팅 후 측정

샘플이 너무 얇거나 약하고 비정질 카본이 포함되어 있지 않다면 잉크 후 Pt 코팅
세라믹 샘플은 Pt sputter로 데미지를 입을 수 있어 Ti 또는 C 코팅 진행
카본 테이프를 돌돌 말아서 모서리와 stub에 연결될 수 있도록 붙이기

3) 샘플 회수 필요: 카본테이프를 손으로 3 ~ 5번 꺾꺾 눌러서 접착성을 없애고 샘플 부착
또는 Cu 테이프 사용

4) 샘플의 높이가 4 mm 이상 : 스테브를 빼고 셔틀의 평평한 부분에 직접 카본 테이프 붙여서 로딩,
떨어지지 않도록 실버페이스트로 모서리 고정 필수!



점검 및 샘플로딩

UNIST

ULSAN NATIONAL INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY



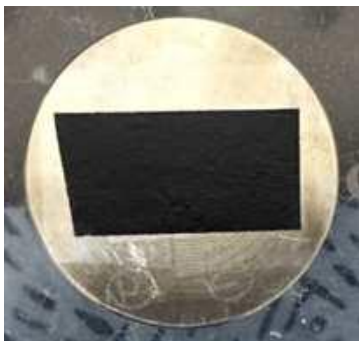
1) 이온창 클릭 → Beam Heating 확인 → Heating → Vent 클릭

- 흰색 : 오늘의 첫 사용자, Beam on 2번 클릭(더블클릭 X) → 빨강색 바가 차서 초록으로 바뀜 (약 5분 소요)
- 녹색 : 이전 사용자가 있음, 장비 바로 사용 가능

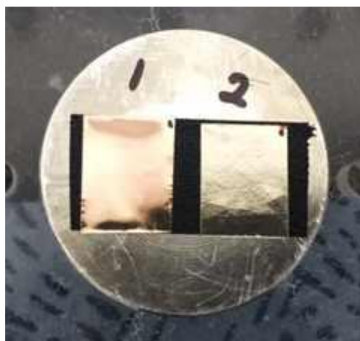


2) 샘플 로딩 : 스터브는 개인적으로 구비 (기기가공동 차재훈 선생님께 요청)

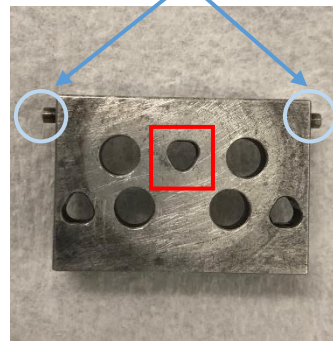
고정핀 위치 확인



카본 테이프 부착



샘플 부착

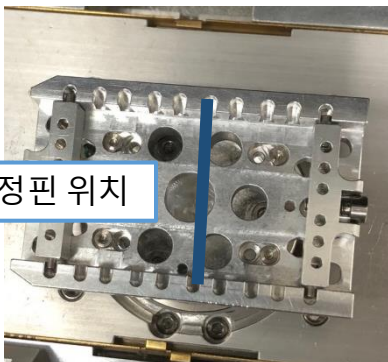


홀더 고정 위치



홀더 고정

고정핀 위치



샘플 스테이지



홀더 로딩



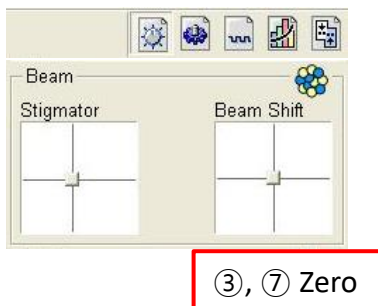
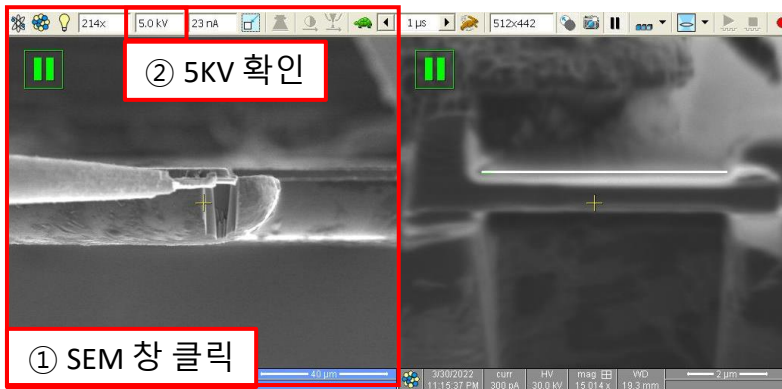
나사 고정

★ 부분을 한손으로 누르면서 고정

3) PUMP 클릭 → 진공 확인

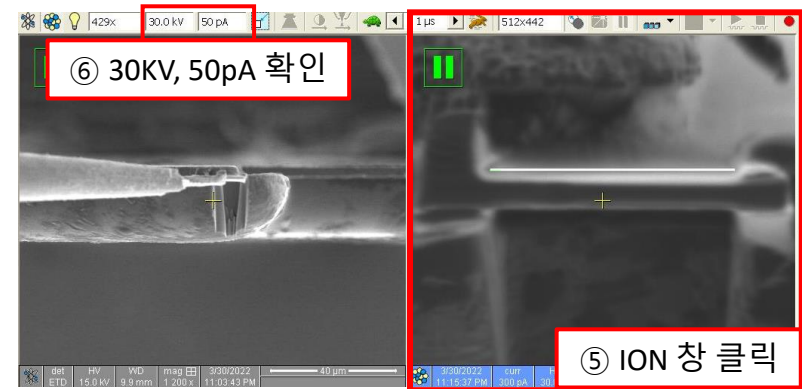
4) Electron Baem 확인

- ① SEM 화면 클릭 → 5 kv, current 무관
- ② Baem Shift → 오른쪽 마우스 클릭 → Zero
- ③ Beam On
- ④ Cross over → Beam centering 확인

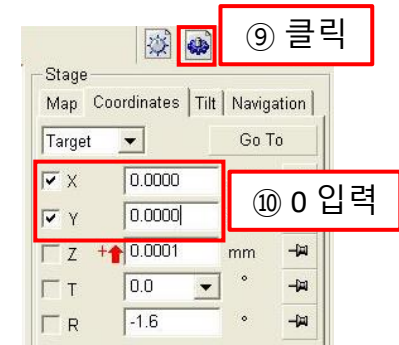


5) Ion Baem 확인

- ① ION 화면 클릭 → 30kv, 50pA
- ② Baem Shift → 오른쪽 마우스 → Zero
- ③ 이온빔은 사용 직전에 On 하기



6) Stage 위치: X = 0, Y = 0 입력 → Enter



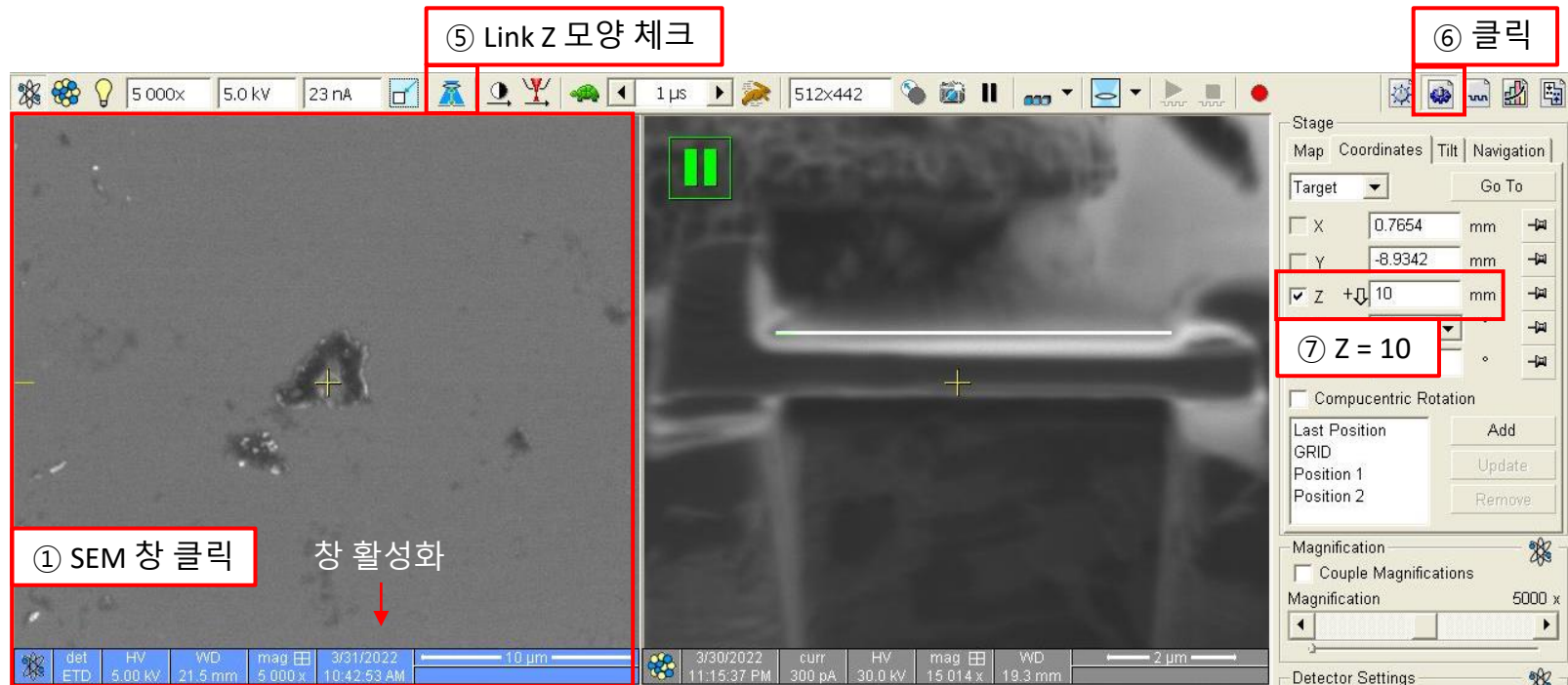
라멜라 제작

UNIST

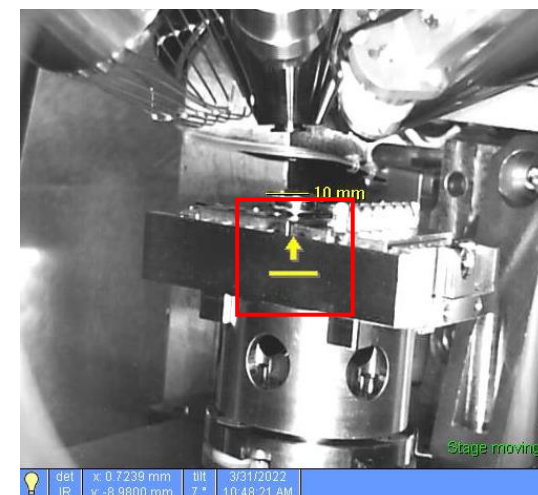
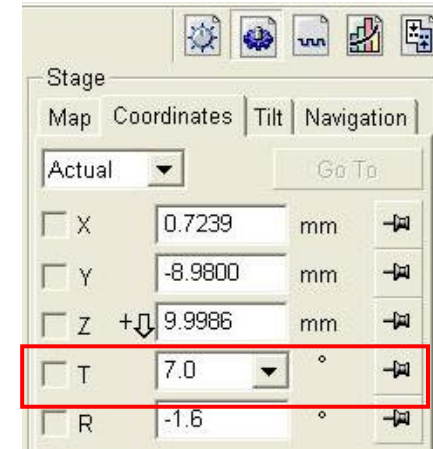
ULSAN NATIONAL INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Eucentric Position

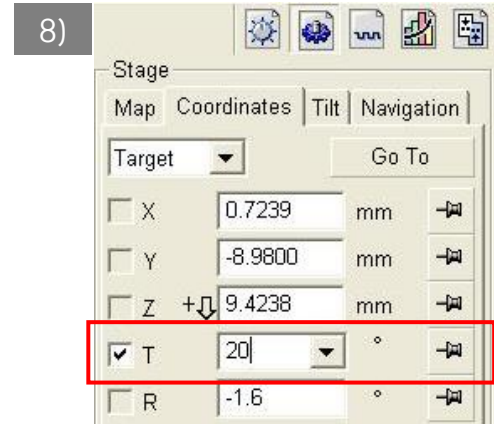
- 1) SEM 창 → 클릭 일시정지 해제 → 초점 맞추기 (3,500 ~ 5,000x)
- 2) Link Z 클릭  → Link Z 모양 확인  → Z = 10 → Enter
- 3) 초점이 나빠졌다면 초점 다시 맞추고 2) 과정 한 번 더 진행



- 4) 샘플 찾기(3,500 ~ 5,000배) → 샘플의 가로 방향에서 특이점이 있는 모양 찾기(★부분) → ★ 부분을 SEM 화면 중앙으로 위치 → 배율 낮추기(500 ~ 2,000배)
- 5) Link Z 모양 확인  → T = 7 → Enter
- 6) 오른쪽 아래 창에서 마우스 스크롤 버튼 누르기(노랑색 바 생김) → 위 또는 아래로 움직여서 스테이지 이동 → ★부분이 다시 중앙으로 위치하도록 맞추기(Tilt 하기 전과 동일한 위치)

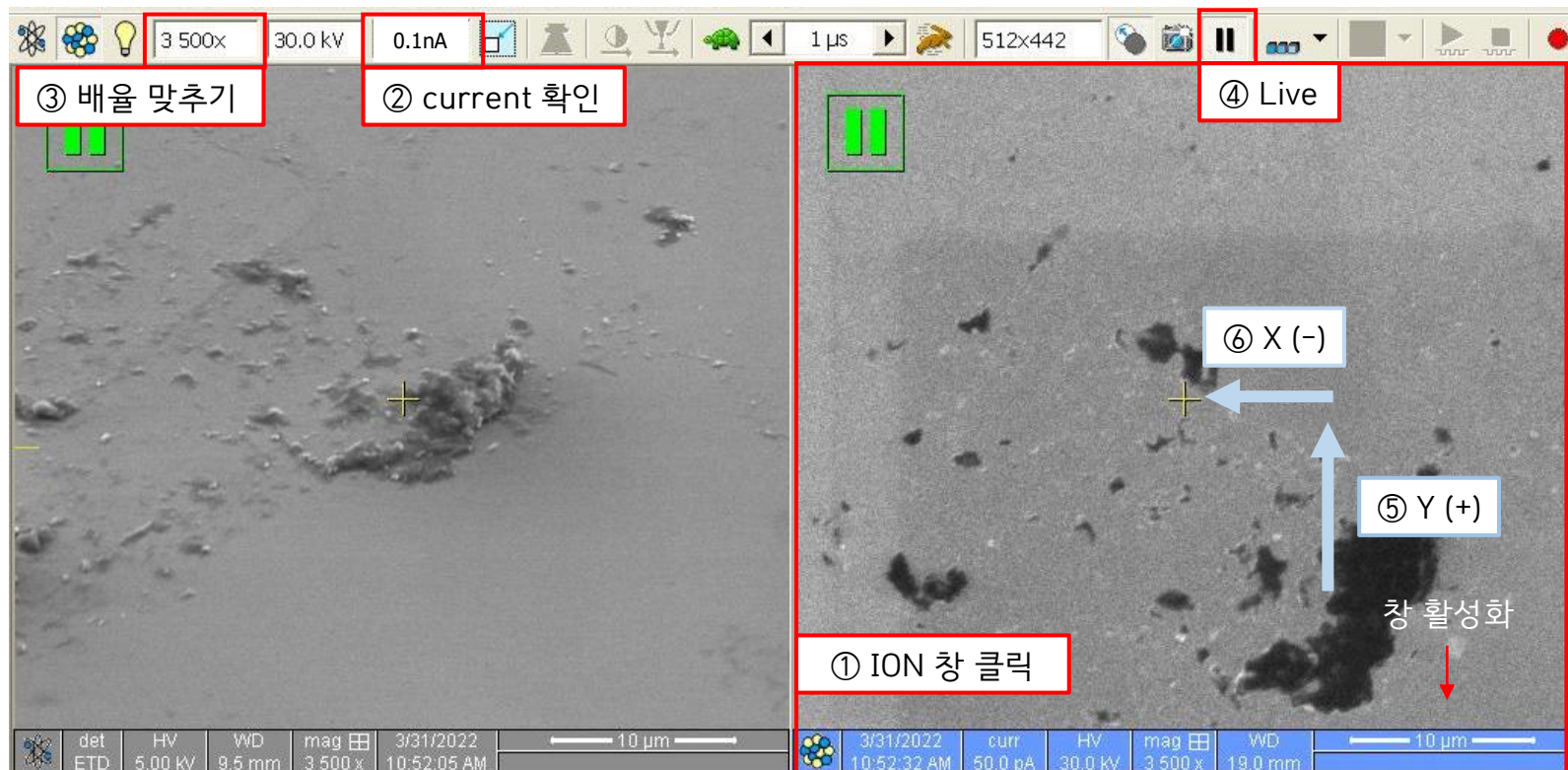
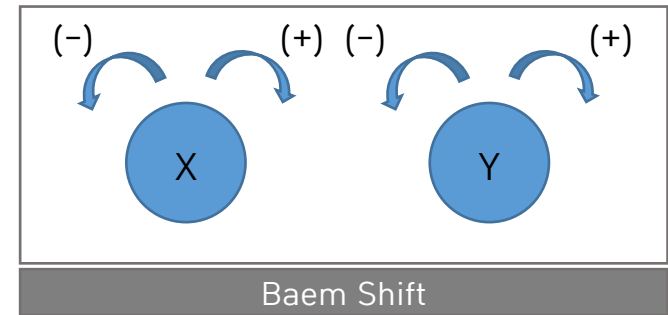


- 7) 오른쪽 아래 창에서 마우스 스크롤 버튼 누르기(노랑색 바 생김) → 위 또는 아래로 움직여서 스테이지 이동 → ★부분이 다시 중앙으로 위치하도록 맞추기(Tilt 하기 전과 동일한 위치)
- 8) T = 52 → Enter → ★부분 중앙에 오도록 스테이지 이동
- 9) ★부분 5000배로 확대해서 초점 맞추기



Eucentric Position

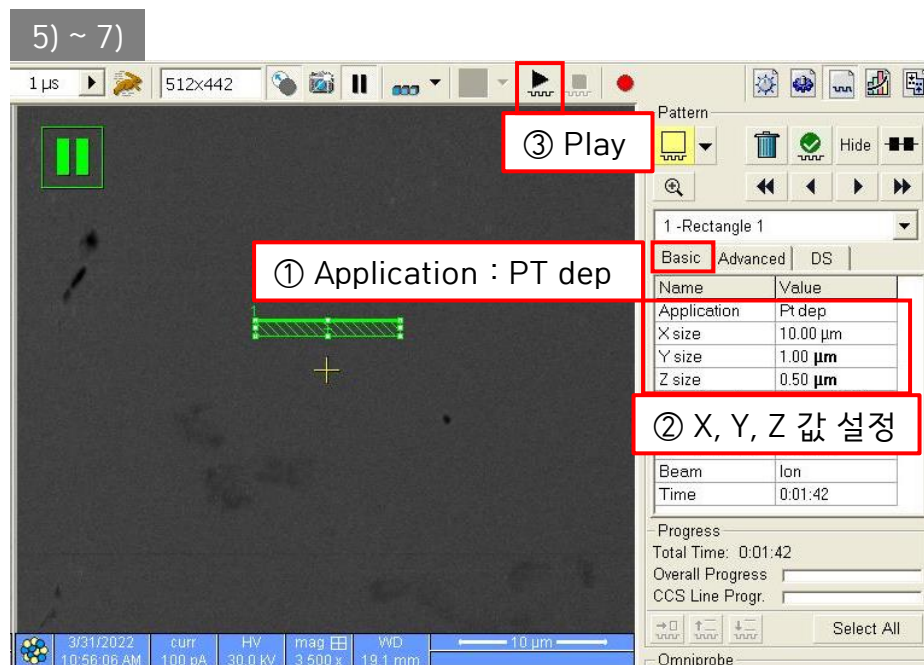
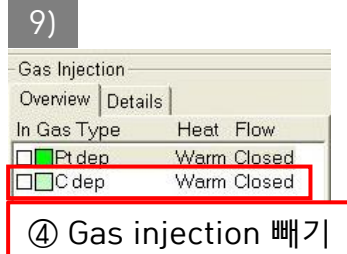
- 11) 이온창 클릭 → Baem → 0.1 nA → 배율 3,500 or 5,000배(SEM과 동일하거나 한단계 저배율)
- 12) Live로 풀기 → Contrast, Focus 조절
- 13) Baem Shift로 SEM과 ION 이미지 동일하게 맞추기



- 1) SEM 창 클릭 → live → 배율 축소 → 샘플 위치로 이동 → 배율 확대 3,500
- 2) ION 창 클릭 → 배율 SEM과 동일하게 맞추기
- 3) C Gas Injection 클릭 (Cool 상태이면 바를 더블클릭해서 heating 하기)
- 4) Pattern 삽입 → ▼ → Rectangle 클릭 → Ion 화면 드래그



- 5) Pattern 속성(Basic) : Application = C → 패턴이 초록색으로 바뀜
Pattern 사이즈 : X = 10 μm , Y = 1.5 μm , Z = 1.7 μm
- 6) Ion 창 Snap shot → 패턴을 내가 원하는 위치(샘플위치)로 이동 → Play
★ 스테이지 이동 금지 ★ 샘플이 안보이면 가스빼고 Eucentric Position 다시 맞추기
- 7) Deposition 완료 후 바로 gas injection 빼기
- 8) SEM 창 Snap shot(F4)으로 Deposition이 잘 되었는지 확인

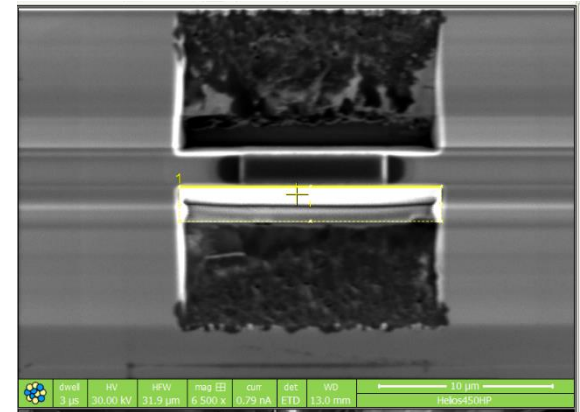


- 1) Current 5.0 또는 3.0 nA로 변경 (샘플의 단단한 정도에 따라 Current 조절)
- 2) ION 창 클릭 → SEM 배율과 동일하게 조절 → Snap Shot
- 3) Regular cross section → ION 창에 사각형 그리기 (Deposition 하단 라인에 맞추기)
- 4) Application : Si (노랑색 사각형으로 변경됨) → X=15, Y=8, Z=8 (샘플 크기에 따라 Z값 조절)
- 5) ION 창 Snap shot → Play → SEM 창클릭 → Snap shot 밀링 되는 것 확인
- 6) 패턴 클릭 → Advanced → 180도 입력 → 패턴 위치 이동(Deposition 상단 라인에 맞추기) → Play (depth가 5 μm 이상이면 멈추기)

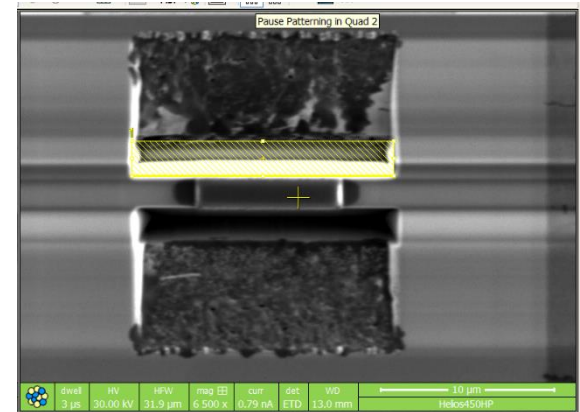


Milling (T = 54, 50)

- 1) **T = 54** → ION 클릭 → Current 한 단계 낮추기 → Snap shot
- 2) Pattern 삽입 → ▼ → Rectangle 클릭 → Ion 화면 드래그
- 3) Pattern 속성 : Si, X = 15 μm , Y = 2 μm , Z = 2 μm
- 4) 패턴 이동 (Deposition 하단 라인에 맞추기) → ION Snap shot → Play
- 5) SEM snap shot 해서 밀리는 위치가 이동하지 않는지 확인
- 6) SEM 클릭 → 줄자클릭 → 샘플의 깊이 측정 → Cross section 선택 → 4 μm 이상 밀리면 Stop

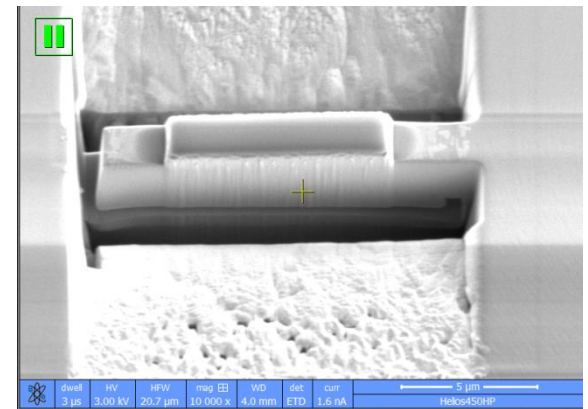
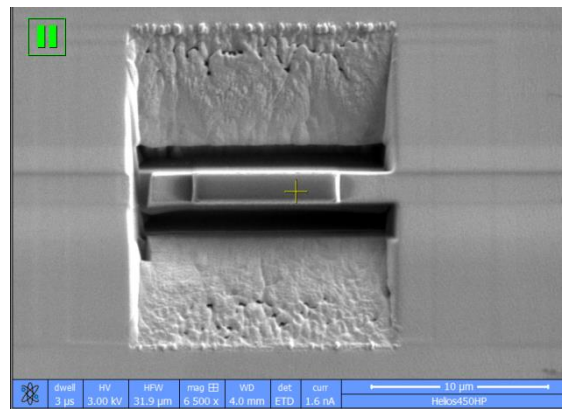
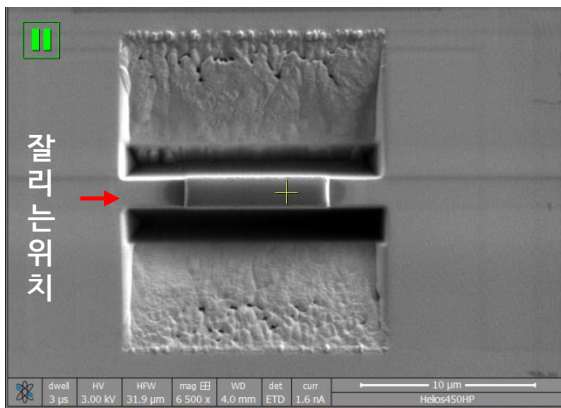
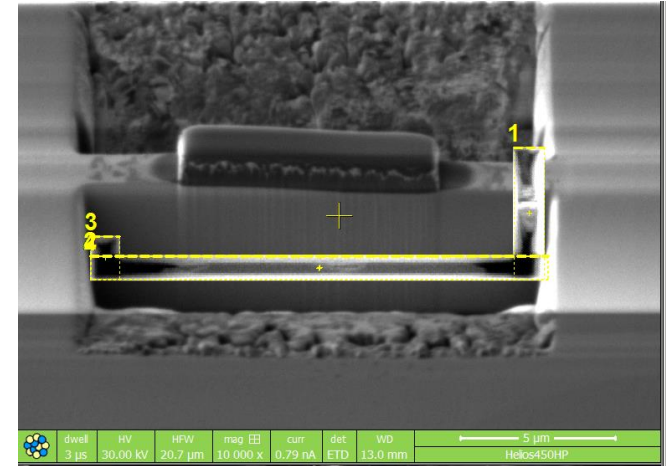


- 6) **T = 50** → ION 클릭 → Current 동일 → Snap shot
- 7) Pattern 클릭 → Advanced → 180도
- 8) 패턴 위치 이동 (Deposition 상단 라인에 맞추기) → Play

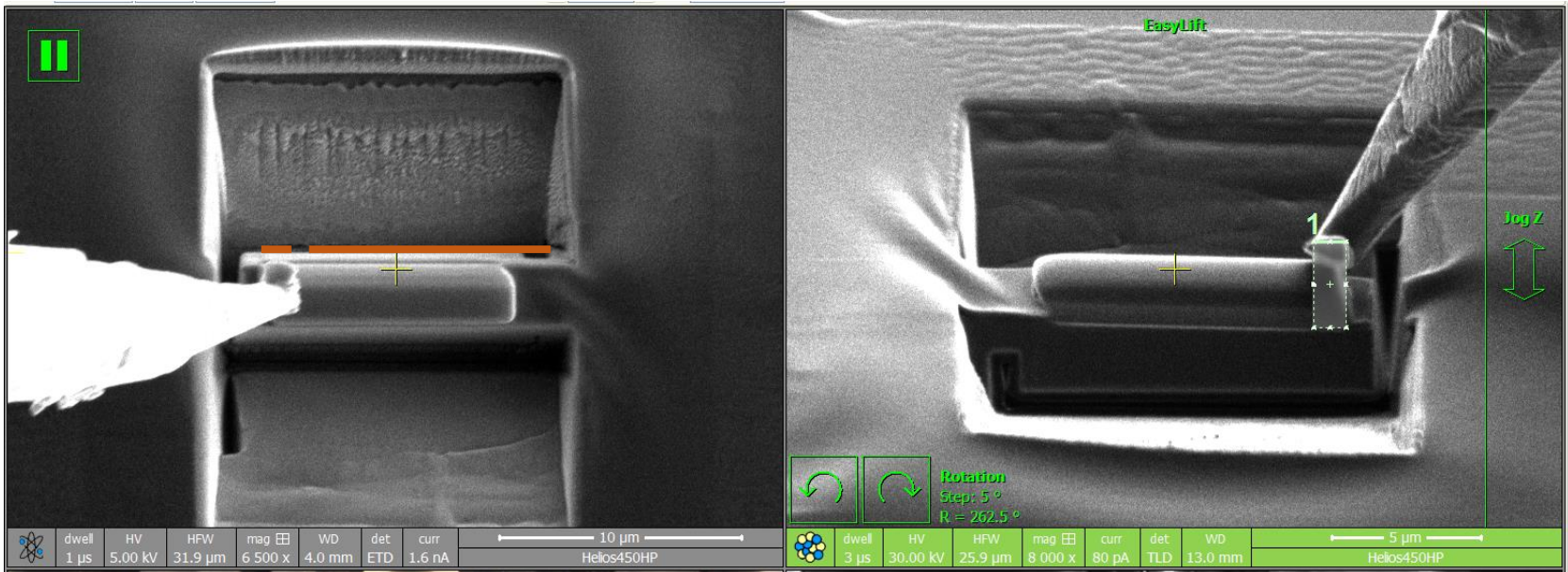


Milling (T = 0)

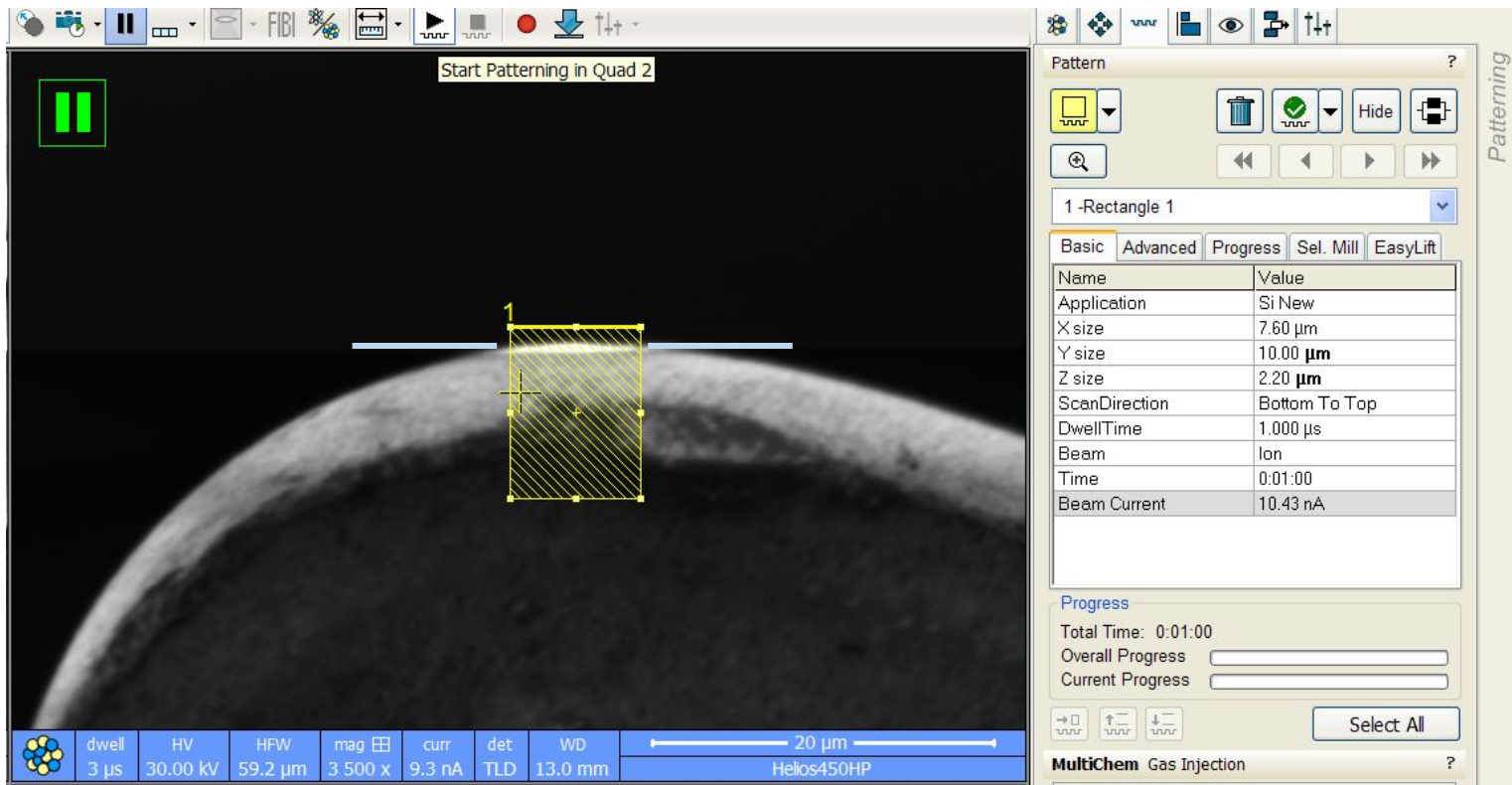
- 1) T = 0
- 2) ION 클릭 → Scan rotation (Shift + F12 → 클릭 '180')
- 3) 이온창 U 컷 : Rectangle 3개 그리기 → 하단 사각형 복붙 → 2개 패턴은 동일한 위치에 배열
- 4) Parallel → Z = 5 → Snap shot → Play
- 5) SEM 스냅샷하면서 컷 되는지 확인하기
- 6) 다 잘리면 바로 STOP 버튼 누르기 ★ 매우중요
- 7) T = 17 → 아래쪽 다 밀렸는지 확인하기 → T = 0



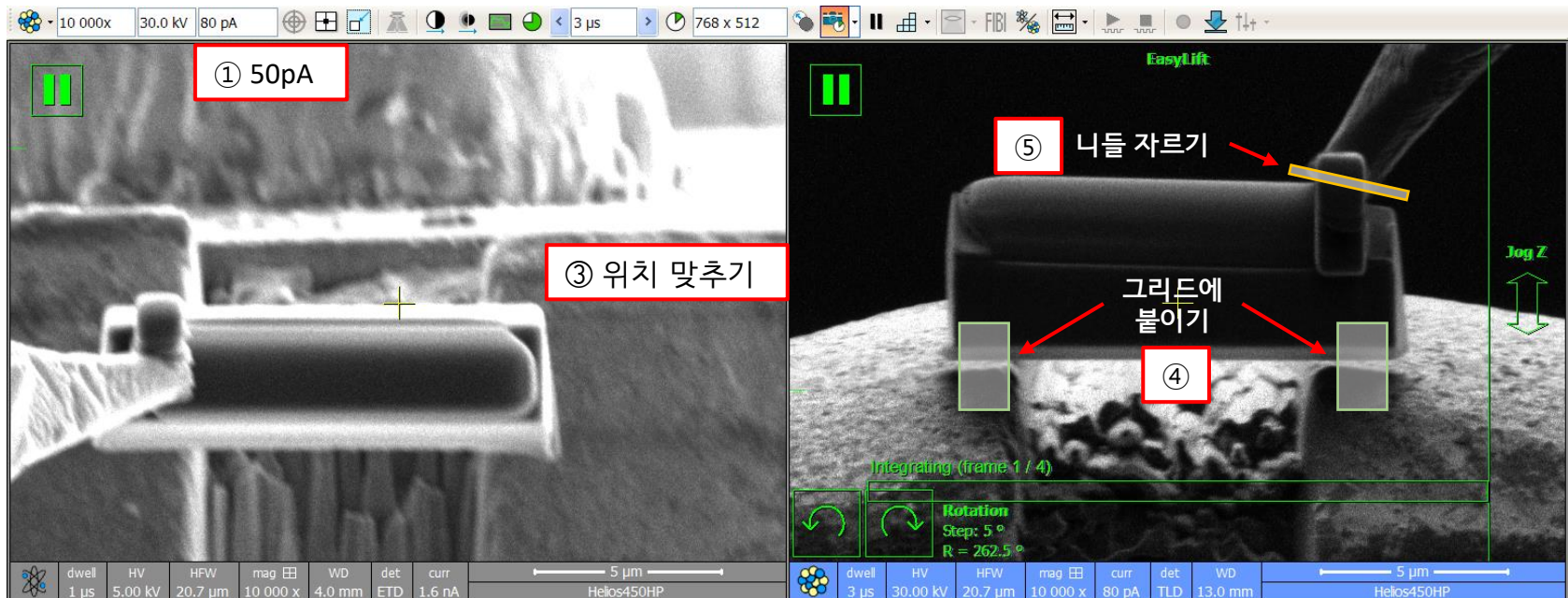
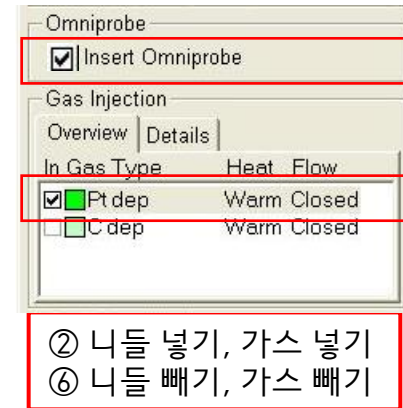
- 1) 이온창 클릭 → 50pA → 클릭 Insert Omniprobe → PT 가스 삽입
- 2) ION 창 : Live → Z- 를 눌러서 화면에 프로브 끝이 보이도록 살짝 내리기
- 3) ION 창 : Z-랑 Y+를 눌러서 화면 중간으로 가져오기
- 4) SEM 창: X로 샘플라인에 맞추기
- 5) ION 창 : Y- 와 Z- 를 번갈아가며 눌러서 프로브 아래로 내리기 (중간중간 SEM 화면에서 X 위치 확인하기)
- 6) ION 창 : Snap Shot → Rectangle 패턴 삽입 → PT 선택 → Z = 1 → Play
- 7) ION 창 : Current 1nA 이상 → 나머지 한쪽 자르기
- 8) 스테이지 내리기(오른쪽 아래 창 클릭 후 마우스 중간 버튼) → 니들 빼기



- 1) 그리드로 이동
- 2) Eucentric 맞추기 : Beam shift zero → 포커스 맞추기 → Link Z = 10 → T = 52 → 스테이지를 중간으로 이동(마우스 스크롤 버튼 클릭) → T = 0
- 3) 커런트 15nA → ION snap shot → 패턴 Rectangle → X = 7.6 μm , Y = 10, Z = 2 → 패턴 위치 이동 → Play

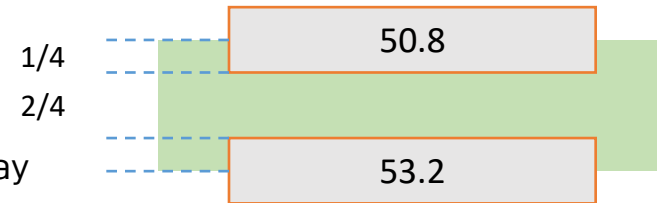


- 1) Current 50 pA → 니들 넣기 → PT 가스
- 2) 그리드와 샘플 위치 맞추기 (SEM과 ION 창 모두 잘 확인하기)
- 3) 패턴 Rectangle 넣기 → ION 창에 2개 패턴 넣기 → Z=1 → Parallel → Play
- 4) Current 1.0 nA → 기존 패턴 지우기 → 자르는 사각형 패턴 넣기 → Si (Z = 5)
→ 다 잘리면 STOP
- 5) 스테이지 내리기(오른쪽 아래 화면 클릭 → 마우스 스크롤 버튼) → 가스 빼기

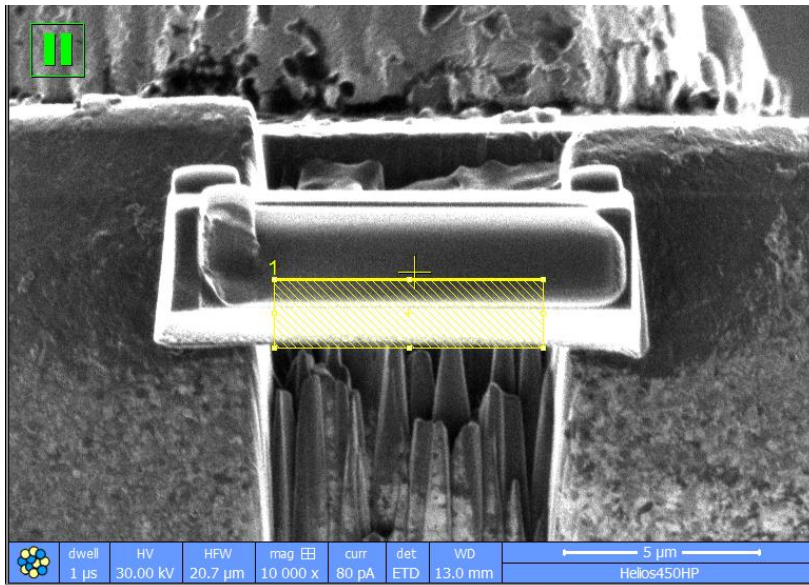


Final milling (Step 1)

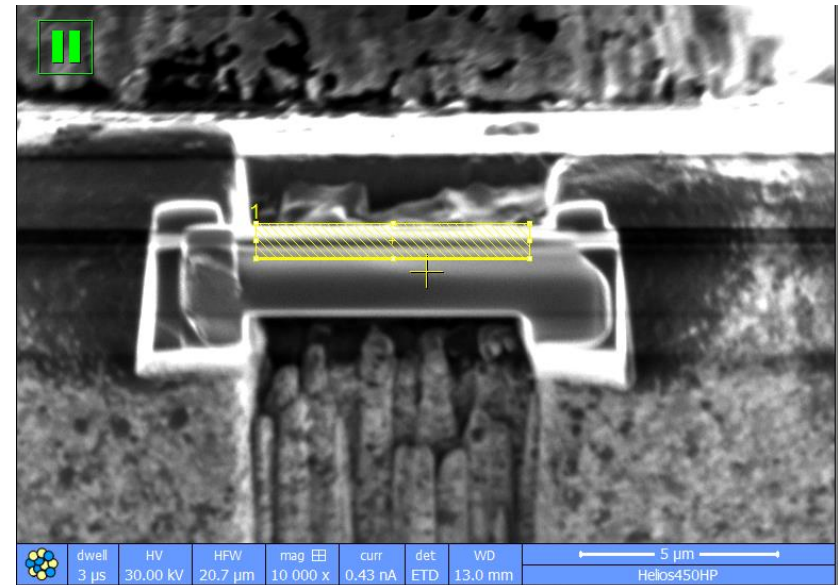
- 1) Scan rotation = 0 → ION current 0.5 nA
- 2) 앞면 (+ 1.2) : T = 53.2 → Rectangle → Z = 5 → Play
- 3) 뒷면 (- 1.2) : T = 50.8 → Advanced → rotation 180 → Play



앞면 (52 + 1.2) : T = 53.2

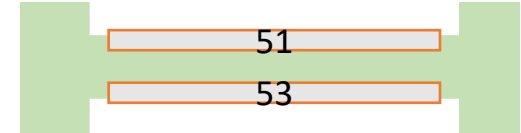


뒷면 (52 - 1.2) : T = 50.8

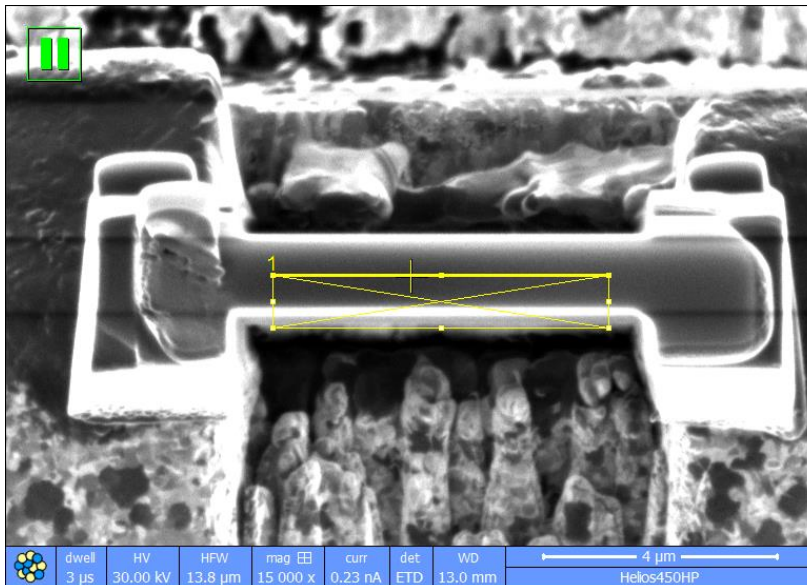


Final milling (Step 2)

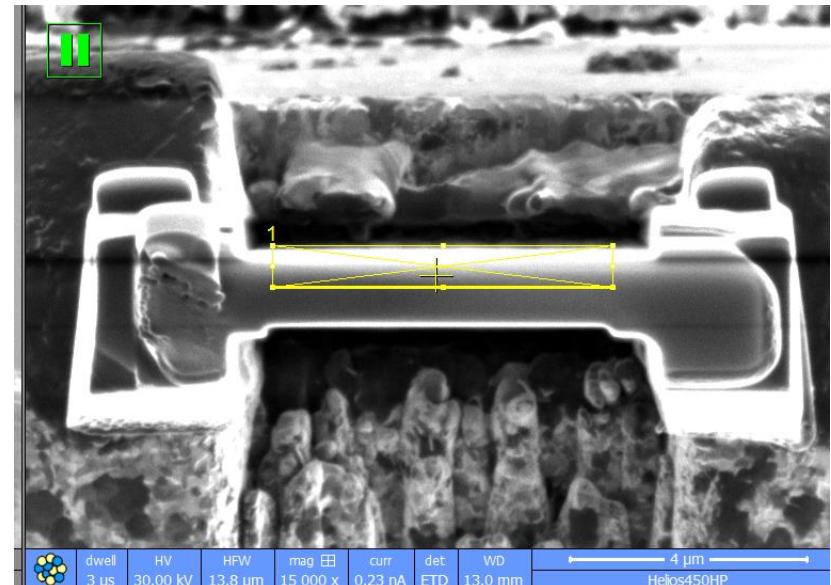
- 1) ION current 0.3 nA
- 2) 앞면 (+ 1) : T = 53 → Cleaning Cross Section → Z = 6 → Play
- 3) 뒷면 (- 1) : T = 51 → Advanced → Rotation 180 → Play



앞면 (52 + 1) : T = 53

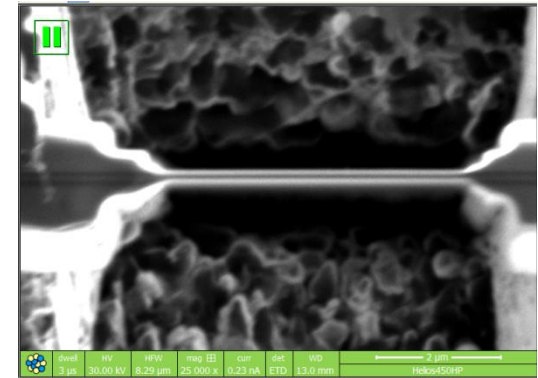


뒷면 (52 - 1) : T = 51

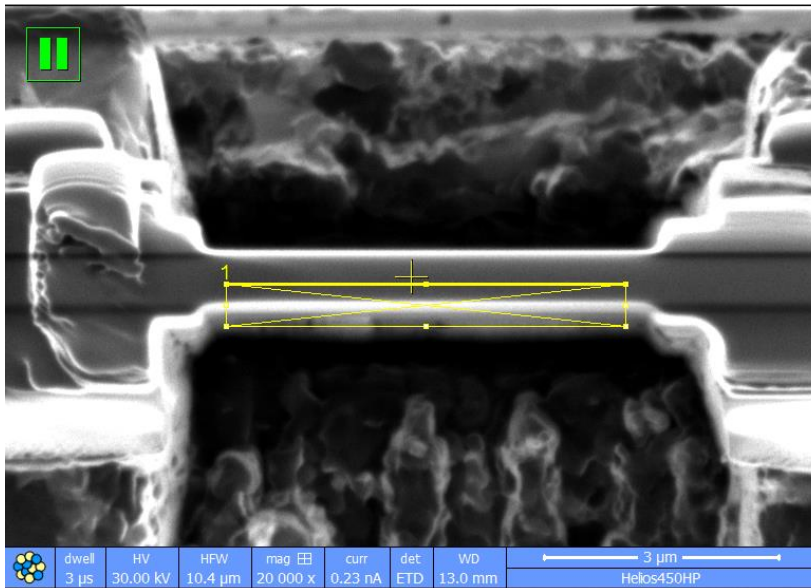


Final milling (Step 3)

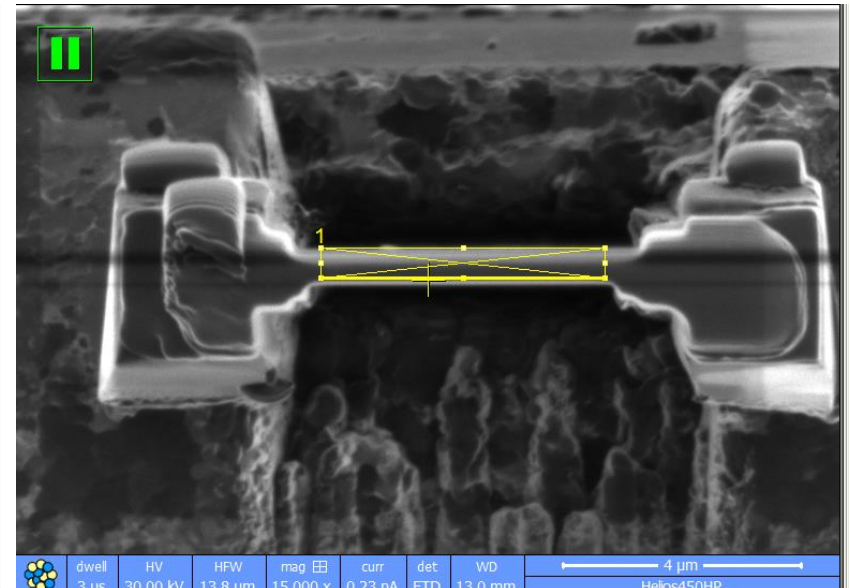
- 1) 앞면 (+ 0.8) : T = 52.8 → Cleaning Cross Section → Play
 - 2) 뒷면 (- 0.8) : T = 51.2 → Advanced → Rotation 180 → Play
→ 한줄 밀고 일시정지 → SEM과 ION 모두 각각 snap shot →
밴딩이 생기는지, 샘플이 움직이지 않는지 확인
- 밴딩이 생기려는 경우에는 바로 정지 → 충분히 얇다면 5kv, 얇지 않다면 앞면 한줄, 뒷면 한줄씩 번갈아가면서 밀기



앞면 (52 + 0.8) : T = 52.8

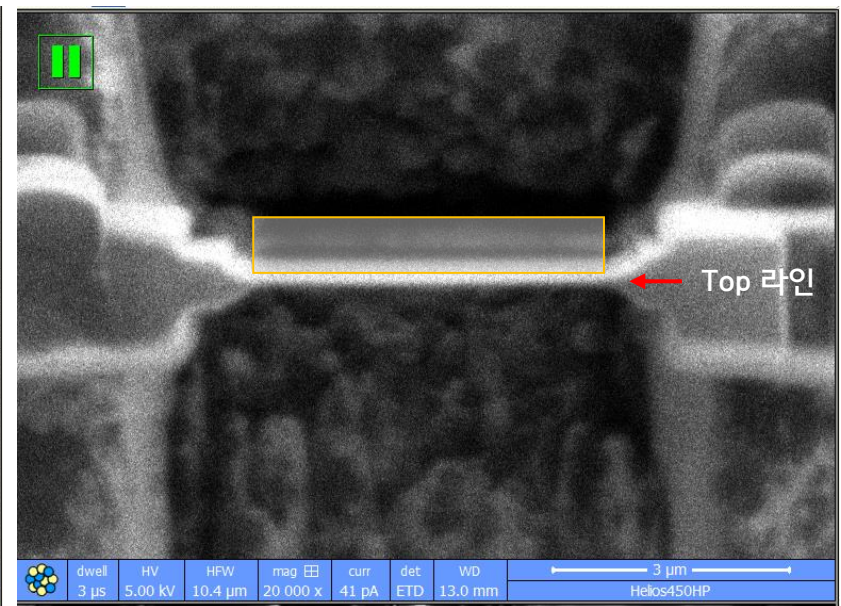


뒷면 (52 - 0.8) : T = 51.2



Cleaning (5kv)

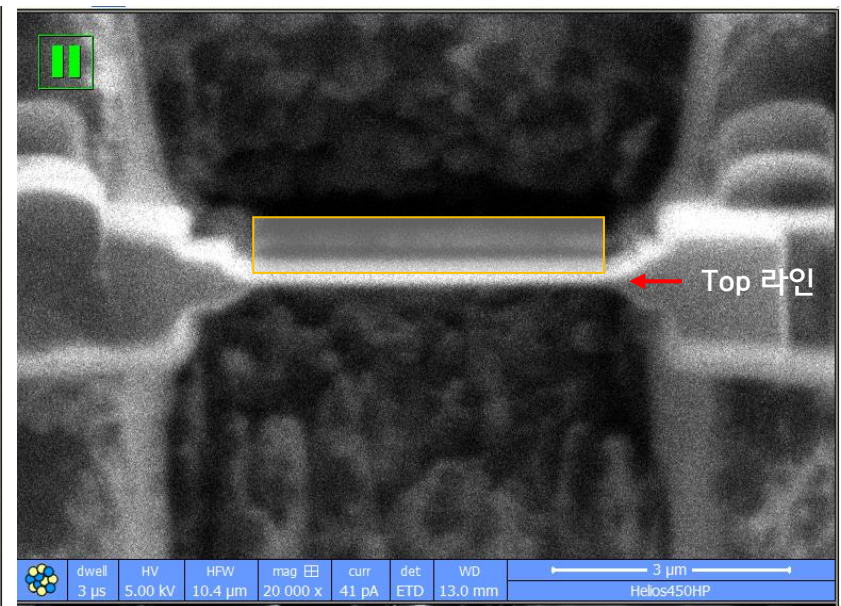
- 1) ION 5kv (68 또는 41 pA), 앞면과 뒷면을 각각 30초 정도 3 ~ 5회 왔다갔다하며 균일하게 밀어주기
- 2) 앞면 : T = 54.5 → Rectangle → Top 라인을 포함하지 않도록 약간 아래쪽에 위치 → Play
- 3) 뒷면 : T = 49.5 → Advanced → Rotation 180 → Top 라인 약간 위쪽에 위치 → Play



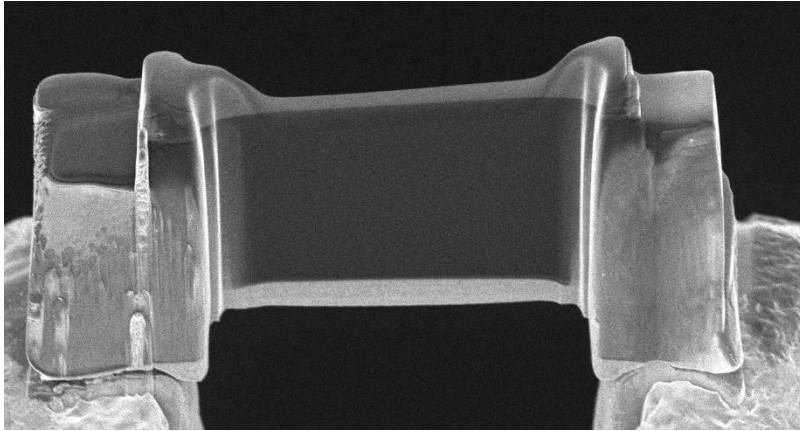
각도 : 샘플의 아랫면 두께가 두꺼우면 52 ± 3 , 샘플의 위쪽면 두께가 두꺼우면 52 ± 2 로 밀기

Cleaning (5kv TLD, 2kv)

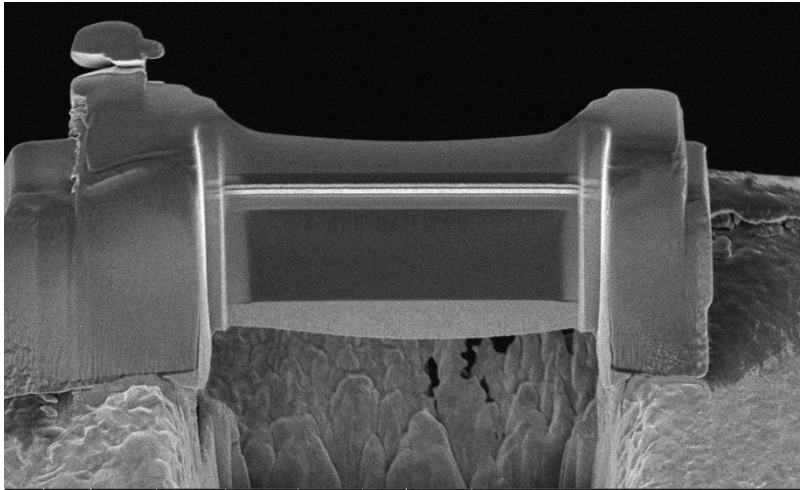
- 1) ION 5kv (68 또는 41 pA), 앞면과 뒷면을 각각 30초 정도 3 ~ 5회 왔다갔다하며 균일하게 밀어주기
- 2) 앞면 : T = 54.5 → Rectangle → Top 라인을 포함하지 않도록 약간 아래쪽에 위치 → Play
- 3) 뒷면 : T = 49.5 → Advanced → Rotation 180 → Top 라인 약간 위쪽에 위치 → Play



각도 : 샘플의 아랫면 두께가 두꺼우면 52 ± 3 , 샘플의 위쪽면 두께가 두꺼우면 52 ± 2 로 밀기



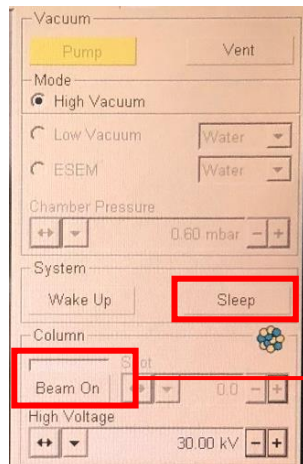
- 1) 콘트라스트가 밝아지고
- 2) 뎀이 거의 없고
- 3) 5kv lens1 에서 눈이 부시는 정도



- 1) $T = 0$
- 2) SEM과 ION 창 모두 Beam off (Beam on 버튼의 노랑불이 꺼지면 OFF 상태)
- 3) 패턴 지우기
- 4) Beam Shift 'Zero' (Shift + F12)
- 5) $X, Y = 0$
- 6) Scan rotation = 0
- 7) Ion Current 50 pA

8) ★ 뒷 사용자 유무 체크 ★

오늘의 마지막 사용자가 본인일 때 : Sleep 버튼 클릭



Sleep 버튼 누르면 Ion 창의 beam on 바가 빈 상태로 바뀜

- 장비 사용 후 3일 내로 실적 입력
- **기본 공정료와 FIB에 사용한 시간 각각 입력**
- 청구율 100% 기준, **1시간 20만원**
- 청구율 임의 변경 금지
- TEM sampling 칸에 샘플 개수 입력

사용비용

비용	단위수량	부과단위	단위금액	할인적용	옵션적용	사용수량	사용금액	청구율	할인을적용금액
기본공정료	0.5	H	30,000	☒		1.0	60,000	50% ▾	30,000
FIB	0.5	H	70,000	☒		1.0	140,000	50% ▾	70,000
Grid	1.0	EA	10,000	☐			0	100%	0
합계							200,000		100,000

☐ 사용료 면제

가동시간: 1.0

준비시간:

Sub장비 ☐ 사용 ☒ 미사용

공정조건

Cross section		TEM sampling		EBSD	
---------------	--	--------------	--	------	--