

E-beam III Manual



제원:

100kV: 3(WF=500*500 um), 6(62.5*62.5 um) mode
50kV: 2(1000*1000 um), 5(125*125 um)
25kV: 1(200*200 um), 4(250*250 um)

Aperture 구경(1~8번) 1(없음)

2(2000 um): 기사들이 찾는 용도로 사용
3(25 um): 1.7 nA
4(25 um): 1.7 nA
5(60 um): 10 nA
6(60 um): 10 nA
7(130 um): 47 nA
8(300 um): 250 nA

주의 사항:

1. 출입 외에는 문을 항상 닫아라.
2. Height 기준이 되는 면이 닳거나 오염되지 않게 한다.
3. 척에서 튀어나온 것이 부러지지 않게 조심한다.
4. 척은 왼손으로 잡고 모서리를 잡는 게 편하다.
5. 냉각수가 안 나오면 셔터가 열려버림 (모두 노광됨)
6. 척에 샘플 loading시 0.8° 이상 틀어지면 litho할 수 없다.
7. 바디를 건들지 말아라.
8. (Job 파일을 windows에서 작성하면 에러 났음) -> x-manager 에서 vi 편집기로 해야 함
(리눅스나 유닉스 모드에서) or windows에서 ultraedit를 사용
9. 처음에 Ldr.을 눌러서 척이 있는지 확인을 먼저해라.

전체 이빔 공정 순서

1. gds 파일 준비
2. PR coating
3. Sample loading
4. gds 파일 변환
5. Calibration 1
6. Calibration 2
7. job file 수정
8. Align (선택)
9. Exposure
10. Develop & hard bake

1. gds 파일 준비

1. 기본적으로 cadence 프로그램을 사용한다. (반공연 layout 서버 활용)

* 노광이 불가능한 경우 gds 그리는 프로그램 문제일 수 있음

2. gds 파일 하나가 e-beam에서 하나의 노광 단위에 대응 → gds 파일 내 패턴별 dose split 불가

3. gds 파일을 ftp(home/eb0/jeoleb/gds)로 전송
(ip: 147.46.68.185 / ID: jeoleb / PW: Jeoleb)

2. PR coating

* negative PR: HSQ(반공연 구매 가능) 등

* positive PR: ZEP, PMMA 등

* HSQ와 PR은 개별 구매 및 준비

* HSQ 기본 코팅 순서, 조건 (샘플에 따라 변경 가능)

1. Coating: 500rpm 5초 → 5000rpm 40초

원액으로 공정 시 120 nm 두께, MIBK와 1:1로 희석시 50 nm 두께

2. Soft bake: 120도 60초

3. Exposure: 1000 ~ 1500 uC/cm²

line간 간격이 70 nm 정도일 때의 조건. 간격이 넓어질수록 dose를 높여야 함. 50 nm 이하의 미세 패턴인 경우 dose test 해볼 것을 권장

4. Develop: MF312와 DI를 3:1로 섞어서 45초 (1:1 희석한 경우 30초)

완전히 담그지 않으면 표면에 떠 있으므로 주의할 것

5. Rinse: 흐르는 물에 3~5분

Rinse할 때 물의 세기나 Dry 시킬 때 N₂ gun의 세기가 너무 강해 pattern이 무너지는 일이 없도록 주의

6. Hard bake: 190도 180초

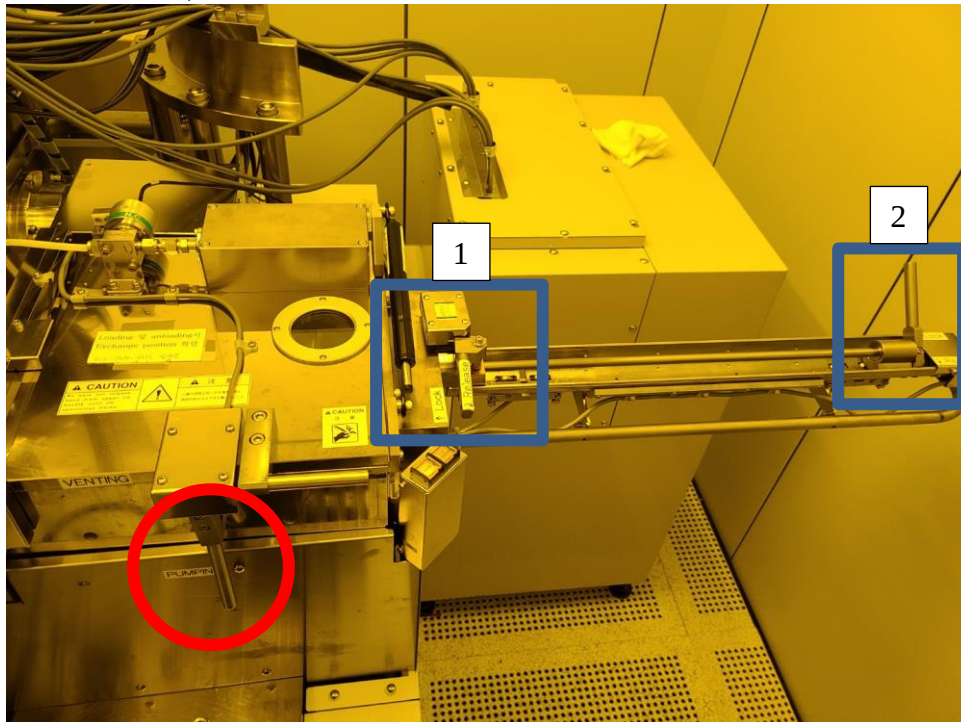
3. Sample loading

1. 자신이 사용할 척(6인치, 4인치, 시편) 위치 확인

- 1-1. 척이 장비 내부에 있는 경우 그대로 사용
- 1-2. 척이 보관함에 있는 경우 교체

2. Vent

- 2-1. 6시 방향에 있는 lock을 9시 방향으로 젖히고 vent 버튼을 누른다. (약 40-50초 소요됨)



3. Sample loading

- 3-1. 척을 뒤집어서 뚜껑을 연다.
- 3-2. 샘플을 뒤집어서 로딩하고 뚜껑을 닫는다.
- 3-3. 샘플이 로딩된 척을 load lock chamber에 넣고 lock을 6시 방향으로 젖히고 vent 버튼을 누른다.

4. Pumping: VG2 압력 1×10^{-3} 이하까지 기다림

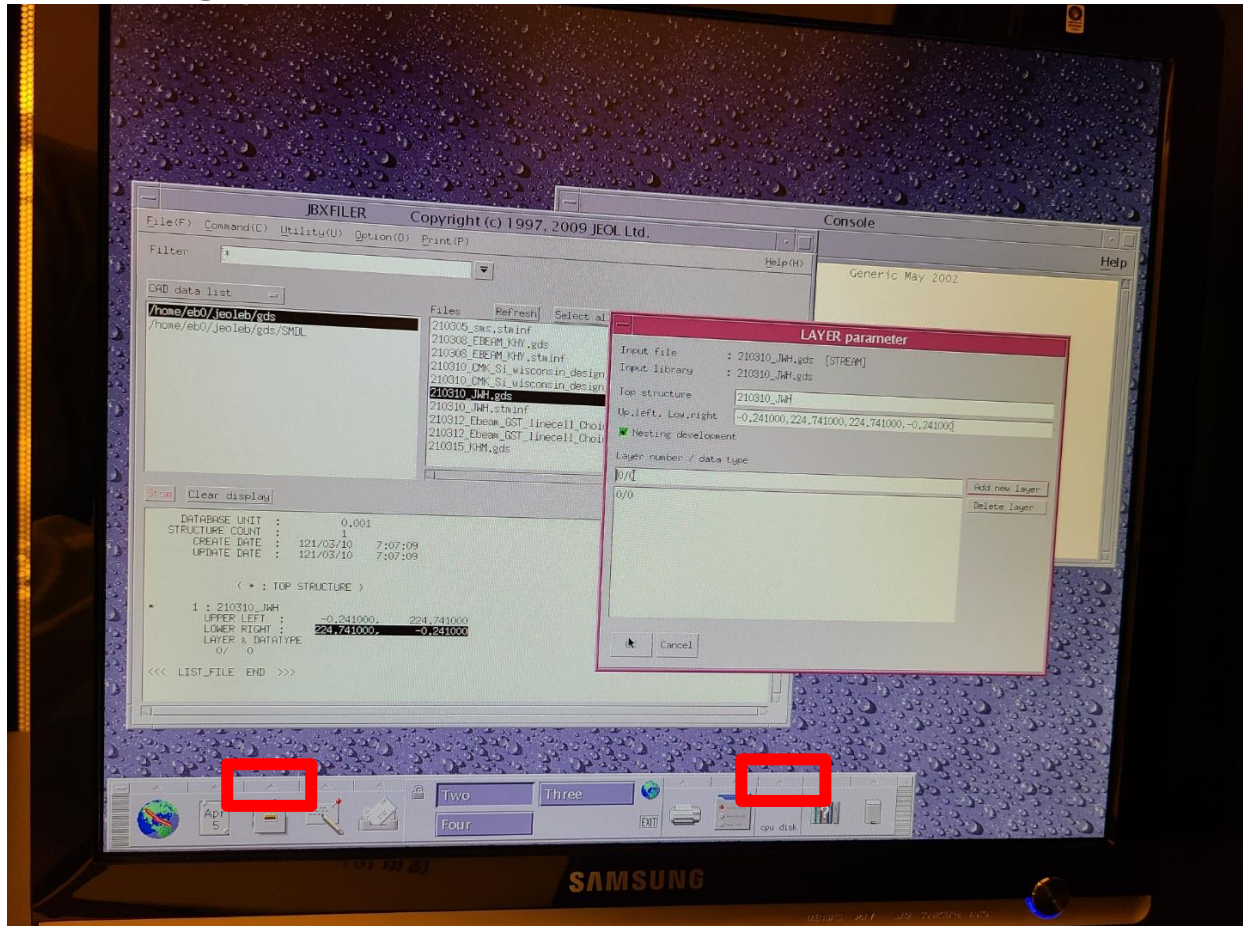
5. Gate valve open을 눌러 로드락 챔버와 메인챔버 사이 door open

6. 1번 release, 2번 lock 상태로 밀어 넣은 후, 2번 unlock으로 빼낸 후에 움직이지 않게 잘 잡은 상태로 1번 lock으로 전환

7. Gate close: close 눌러 door close

4. gds 파일 변환

* 준비한 gds파일을 이빔 노광용 001.v30파일로 변환



1. jbxfile 컴퓨터로 이동 후 모니터 켜기
2. console 창을 띄운 후 jbxfile 입력 (우측에서 3번째 화살표)
3. CAD data list (gds 파일 목록) 선택 후 파일 검색
 - 3-1. 예: *171226* 로 검색하면 * 사이 string을 포함한 파일 검색
4. 우클릭 → information → file information → OK (001.v30 파일 변환에 필요한 정보 확인)
5. 우클릭 → CONV
 - 5-1. top structure: * 뒤로 표시되는 gds 파일 이름 입력
 - 5-2. upper left, lower right: 두 좌표를 x1, y1, x2, y2 형태로 입력
 - 5-3. layer number / data type: 숫자/숫자 입력 후 add new layer

5. Calibration 1



*Ldr.에서 latest status로 로딩 잘 되었는지 확인

1. 전류 파일 변경 (Clb창 실행)

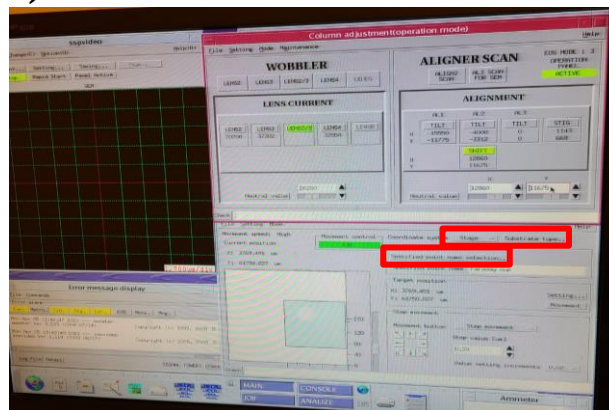
- 1-1. EOSSET click(save 위에 위치) → edit parameter 누름
- 1-2. equipment calibration current file selection → 사용할 전류파일 선택
(4lens : EOS3, 5lens : EOS6)
- 1-3. (RESTOR, DEMAG 옵션 선택) → save → execute
- 1-4. finished subprogram 확인 → save → Clb 창 닫기

* 창 실행: Image, Ammeter, EOS, Stg

Stg : Coordinate system, substrate type 설정

2. Faraday cup → 위치 설정 (전류 초점 잡기)

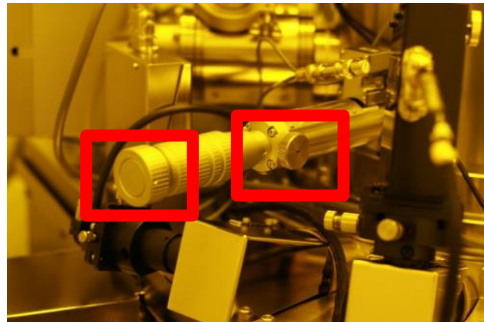
- 2-1. Stg 창에서 specified point name selection → faraday cup 선택 → movement
- 2-2. Image(SSPVIDEO) 창에서 change → SEM → SEM start
- 2-3. 패넬을 열고 2/3 버튼과 fine 버튼, AL2TILT 버튼과 fine 버튼 누른 후 x, y 다이얼(오른쪽 2개) 조절하여 전류값 최대가 되도록 조정



- 2-4. AL2SHIFT와 fine 버튼을 누른 후 x, y 다이얼을 조절하여 0이 나오는 양쪽 지점의 두 좌표를 확보하고 평균을 계산하여 그 값으로 이동
- 2-5. LENS/DF 다이얼(제일 왼쪽)을 조절하여 전류값이 990~1000 nA 가 되도록 설정 → SEM stop

3. WOBB 설정 (빔이 떨어지는 것 보정)

- 3-1. Stg 창에서 **specified point name selection** → **BE(bottom plane)** 선택 → **movement**
- 3-2. Image(SSPVIDEO) 창에서 **change** → **SEM** → **SEM start**
- 3-3. setting 창에서 **clock=2000**으로 수정 후 **scan width** 적절히 조정 (필요시 **adjustment** 창에서 **brightness** 및 **contrast**를 적절히 조정)
- 3-4. stg 창의 화살표로 패턴을 정중앙에 위치시킨 후 **rapid start**
- 3-5. 패널을 열고 **WOBB** 버튼, 4th 버튼 누름 (5lens의 경우 5th 누름)
- 3-6. 패턴의 흔들림이 심할 경우 장비 쪽으로 가서 **x, y** 조절



- 3-7. 패널에서 **WOBB** 버튼을 눌러서 끄고 **clock=4000**, **scan width=500**으로 다시 조정
- 3-8. 3-6 과정에서 조절하였을 경우 2. Faraday cup부터 다시 진행

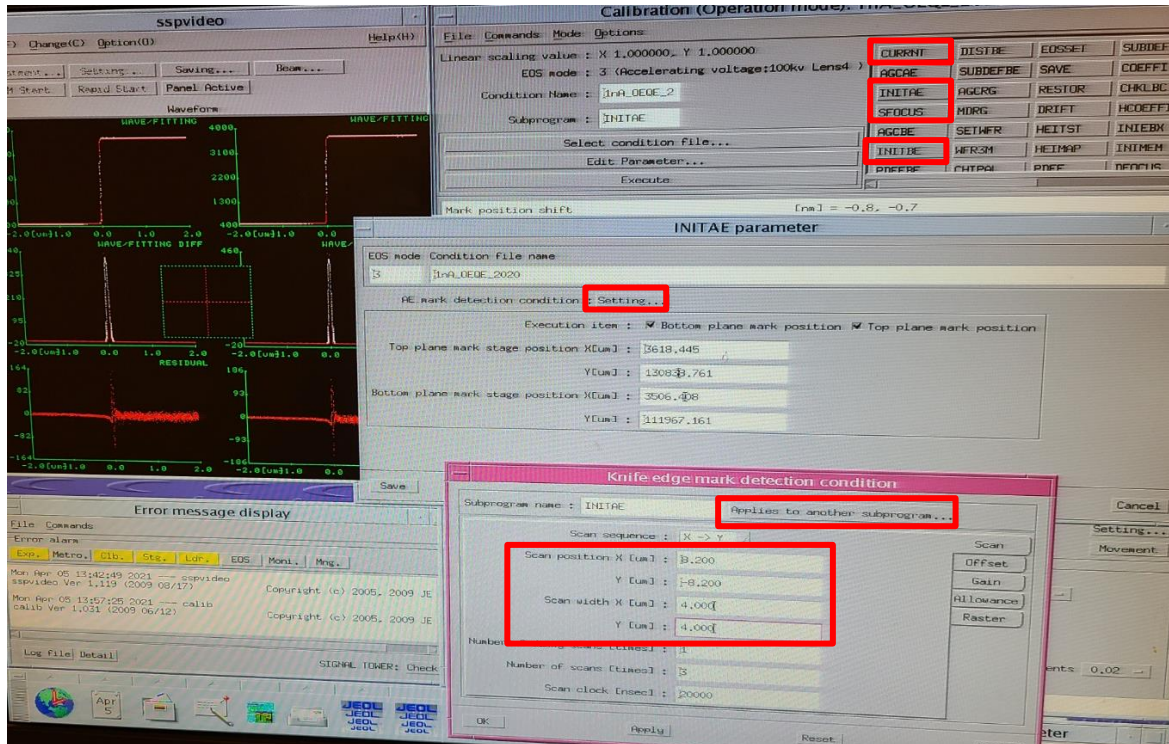
4. SEM sample (초점잡기) → 생략해도 무방

- 4-1. Stg 창에서 **specified point name selection** → **position of SEM specimen...** 선택 → **movement**
- 4-2. Image(SSPVIDEO) 창에서 **change** → **SEM** → **SEM start**
- 4-3. setting 창에서 **scan width=1000**으로 수정 후 **adjustment** 창에서 **brightness** 및 **contrast**를 적절히 조정
- 4-4. 패널을 열고 4th 버튼과 fine 버튼, stig 버튼과 fine 버튼을 누름
- 4-5. LENS/DF 다이얼과 x, y 다이얼을 **grain** 선명하게 보이도록 조정



- 4-6. setting 창에서 **scan width=500**, **clock=4000**으로 되돌린다
- 4-7. EOS 창에서 **file** → **save EOS condition** → 포맷 찾아 날짜만 변경 → **EOS** 창 끄기 → 패널 닫기

6. Calibration 2



* 수동 진행

1. Clb 창 실행 → CURRNT 실행 → 전류값 확인

2. INITAE 실행 → marker position shift 값이 x, y 둘 다 10nm 이하(조금 넘어도 상관없음)가 될 때까지 반복 실행

* AE마커 검색 실패 → edit param. → setting → scan width 10~20 늘려주고, 실행 후 update → 다시 원래 값으로 복구

* 만약 10nm로 수렴하지 않는다면 SFOCUS 실행 후 INITAE부터 다시 실행

3. SFOCUS 실행 → 완료 후 beam size 체크 (30nm 이하가 좋음)

* beam size가 너무 크거나 SFOCUS가 무한 반복될 경우: scan position을 0.5 μm 씩 움직이며 실행 → 진행될 경우 applies to another subprogram... 클릭하여 해당 조건을 AE관련 subprogram에 모두 적용 후 INITAE부터 다시 실행

4. INITBE 실행 → marker position shift 값이 x, y 둘 다 10nm 이하(조금 넘어도 상관없음)가 될 때까지 반복 실행

5. PDEFBE 실행

6. DISTBE 실행

7. SUBDEFBE 실행

* BE 마커도 AE마커와 마찬가지로 방식(scan position, width 조절)으로 BE관련 subprogram이 진행 안될 시 대응 후 BE관련 subprogram에 모두 적용 후 INITBE부터 다시 실행

8. SAVE → edit parameter → acquisition of latest states 실행

→ apply → save → Clb 창 닫기

* SAVE 실행은 틸틈이 진행해도 무방하며 마지막에는 반드시 진행

*** AUTO-ISRC 사용**

* CURRNT, INITAE, SFOCUS, INITBE 수동 실행 후 command → batch → input file → auto-isrc 불러온 후 실행

7. job file 수정

* job 파일에는 .jdf 와 .sdf 가 있다.

* jdf 및 sdf 파일을 .mgn 파일로 변환하여 노광에 사용
jdf 파일 수정사항

1. Global marker (P, Q)

1-1. GLMPOS: gds상의 P, Q 좌표값 입력.

1-2. GLMPQ: 마커의 폭 및 길이 설정

2. PATH: 알맞는 모드를 사용

(100kV/calib.men 실행하면 옵션 정보 확인 가능)

3. ARRAY: chip들의 배열을 결정

3-1. (x1, x2, x3) / (y1, y2, y3) 형태

x1, y1: 좌상단의 첫번째 칩의 x, y 중심 좌표

x2, y2: array의 가로방향(x2), 세로방향(y2)의 갯수

x3, y3: chip 중심 간의 x간격, y간격

3-2. assign p(x) → ((x,y), shotxx)

p(x): 변환한 171226_xxx_xxx.001.v30 파일

x, y: array내에서 chip 위치 (가로방향 x번째, 세로방향 y번째)

shotxx: 정의된 노광시 dose량

3-3. assign p(x) → ((*, *), shotxx): 모든 어레이에 동일 조건 노광

4. Chip marker (M1, M2, M3, M4)

4-1. CHMPOS: gds상의 M1, M2, M3, M4 좌표값 입력.

4-2. CHM1234: 마커의 폭 및 길이 설정

5. 패턴 정의: P(1) '171226_xxx_xxx.001.v30'

(p(1), p(2) 등으로 여러 패턴 정의한 후 동시에 노광 가능)

5-1. 5lens의 경우 setting value에 OBJAPT 5로 변경

6. dose량 정의: shot01 MODULATE((0, -xx))

6-1. sdf파일에서 정의된 기준으로 xx % 차감)

6-2. 예: sdf에서 5000으로 정의되어있고

shot01 MODULATE((0,-50))일 경우 shot01은 dose량 2500임

6-3. dose량도 shot01, shot 02 등으로 여러 dose량 정의 가능

sdf 파일 수정사항

1. jdf 파일 적용: JDF '171226_xxx_xxx', 1
2. EOS 설정: EOS 3, '1nA_xxxxxx'
(calibration에 사용할 전류 파일 설정)
3. HSWITCH ON, ON: 글로벌, 칩 마커 height 측정 여부
4. CHIPAL n: chip marker 개수
(n이 1이면 1개, 4는 4개, V4는 virtual chip marker 사용으로 0개)
5. CHMDET x, e, n: 노광 시 chip marker detection 결과에 따른 노광 여부
 - 5-1. x가 A이면 auto(칩마커 못찾을 시 e옵션에 따라 노광 진행), S이면 semi-auto(칩마커 못찾을 시 사용자가 수동 검색)
 - 5-2. auto모드 일 때 e=0 (칩마커 못찾으면 노광 X)
e=1 (칩마커 못찾아도 노광 진행)
 - 5-3. n은 chip marker detection retry 횟수
6. RESIST 5000, 5000: 기준 dose량 (면감도, 선감도)
7. SHOT A, n: n은 shot간의 간격 (4lens : 10이내, 5lens 40 이내)
8. OFFSET (xxx, yyy): align시 SETWFR에서 찾은 offset 값

jdf, sdf 파일 수정 후 해당 폴더에서 open terminal →
schd sdf파일명(확장자 없이) 입력 → mgn 파일 생성 → 변환
complete 메시지 확인

(생성된 mgn파일로 추후 노광 진행)

* mgn 파일 검사

1. ANALYZE 탭으로 이동
2. achk 실행 후 변환한 mgn 파일 로드
3. chip array 형태 및 패턴 확인
4. chip 내부 패턴 확인: chip 선택 → view → shot shape
display → shot form을 ASD로 변경

8. Align

- * 글로벌 마커 P, Q 권장 위치: y좌표 기준으로 샘플 중앙에 가깝게 일직선상으로 (예: P(-5000,0), Q(5000,0))
- * 칩 마커: 한 칩당 4개 사용, 패턴을 감싸는 형태 권장
- * 마커는 보통 width 3 μm , 길이 2000 μm , 깊이 수백 nm의 십자가 형태로 형성
- * **Align** 작업은 실제 마커의 위치와 job file에서 설정한 마커의 위치 차이를 찾고 보정하는 작업

1. Image 창 → SEM on → P, Q 마커 위치 확인 후 기록

- * Stg 창에서 coordinate 확인 후 scan width를 충분히 넓혀서 확인
- * 이전에 찾은 좌표 근처로 이동하여 탐색하는 것이 효율적

2. AGCRG: Clb 창 실행 → AGCRG → edit parameter → 확보한 P 좌표 입력 → save → execute → 완료되면 CHIPAL과 SETWFR 4개 모두 선택한 후 OK

- * 마커 프로파일 확보 과정, 검색 안될 시 다시 P 마커 위치 확인
- * 마커 프로파일이 불명확한 경우 scan 횟수를 늘려 진행 ex) 10

3. SETWFR

- 3-1. edit parameter → job file에서 설정한 P, Q 좌표 입력 후 실행
- 3-2. P 좌표 검색 시 error 발생 → OK (수동으로 검색하겠냐는 질문)
- 3-3. Stg 창에서 확보한 P 실제 좌표로 이동 (movement) → execution
- 3-4. 완료 후 계산된 P 좌표 offset 값 확인
- 3-5. 확보된 offset 값을 sdf파일에 업데이트한 후 mgn파일 새로 생성
- * Q마커 검색X → Q마커의 실제 좌표도 확인 후 P마커와 동일하게 진행

4. CHIPAL: edit parameter 후 M1~M4 좌표 입력 → 실행

- * 다이 중앙값을 바꿔 가며 모든 chip에 대해 실행하는 것을 권장

5. SAVE → edit parameter → acquisition of latest states 실행 → apply → save → Clb 창 닫기

9. Exposure

1. Exp 창 실행 → file → magazine file → 노광할 mgn파일
선택 → OK → execute → yes

* chip array diagram 선택 시 진행 상황 확인 가능 (노란색: 노광 중, 파란색:
노광 완료, 빨간색: 노광 비정상 완료)

* align시 p마커는 offset값으로 찾지만 tilt가 조금 되어 있는 경우 q를 못 찾기
때문에 q도 수동으로 찾아 노광 진행

2. 노광이 끝나면 OK 누르고 Stg 창에서 샘플 위치 우하단
확인 후 기본 창(menu, error message)만 남기고 화면 정리 후
unloading

* 사용자 임의로 노광을 종료하고 싶을 경우: expose → stop → ok 후 stg
창에서 specified point name selection → exchange position 선택 → movement,
우하단 확인 후 장비사용종료

3. unloading 과정

3-1. 우측하단 확인 → 장비로 이동, 상황등 확인 후(Close) IVopen 누름

3-2. Open 상황등 확인 → arm을 밀어 넣어 샘플 unloading

3-3. 상황등 확인 후(Open) IVopen 누름

3-4. Close 상황등 확인 후 Vent 누름

3-5. 샘플 unloading 후 척을 다시 load lock chamber에 넣고 Vent 누름

3-6. 압력(VG2)이 떨어지는 것 확인 후 장비사용종료

10. Develop & hard bake

- * negative PR: HSQ(반공연 구매 가능) 등

- * positive PR: ZEP, PMMA 등

- * HSQ와 PR은 개별 구매 및 준비

- * HSQ 기본 코팅 순서, 조건 (샘플에 따라 변경 가능)

1. Coating: 500rpm 5초 → 5000rpm 40초

원액으로 공정 시 120 nm 두께, MIBK와 1:1로 희석시 50 nm 두께

2. Soft bake: 120도 60초

3. Exposure: 1000 ~ 1500 uC/cm²

line간 간격이 70 nm 정도일 때의 조건. 간격이 넓어질수록 dose를 높여야 함. 50 nm 이하의 미세 패턴인 경우 dose test 해볼 것을 권장

4. Develop: MF312와 DI를 3:1로 섞어서 45초 (1:1 희석한 경우 30초)

완전히 담그지 않으면 표면에 떠 있으므로 주의할 것

5. Rinse: 흐르는 물에 3~5분

Rinse할 때 물의 세기나 Dry 시킬 때 N2 gun의 세기가 너무 강해 pattern이 무너지는 일이 없도록 주의

6. Hard bake: 190도 180초

*** 5 LENS 모드 사용법**

- * 기존 진행방법은 전부 4 LENS 모드에 해당하나, 수 μm 이상의 line 노광 시 line0이 일직선으로 그려지지 않고 어긋나는 문제가 있음
- * 5 LENS 모드 사용 시 위 문제가 없고 노광 해상도가 더 좋으나 노광 시간이 길어질 수 있음
- * 5 LENS 모드 사용법은 아래 사항들을 제외하고 기존 진행방법과 같음

1. IV. gds 파일 변환 진행 시, 단계 6. output unit step 체크 및 파일명 변경 후 Size parameter 항목에 있는 Field size, Position set size의 값을 62.5 이하로 설정

- 1-1. 예: Field size (50, 50), Position set size (50, 50)
- 1-2. Field size와 Position set size의 값들을 같게 설정

2. VI. Calibration 1 진행 시 Clb 창 실행 → EOSSET click → edit parameter → equipment calibration current file selection → EOS3 탭을 EOS6으로 전환 → jeol_1nA 전류파일을 1nA_xxx(연구실명)_xxxx(연도)_5LENS 형식의 파일명으로 복사 → 이후 5 LENS 모드 사용 시 해당 전류파일로 진행

3. jdf, sdf 파일 수정사항

- 3-1. jdf: OBJAPT 5로 변경
- 3-1. sdf: EOS 설정 코드를 EOS 6 으로 작성(EOS 6, '1nA_xxx_2020_5LENS')
- 3-2. sdf: shot 간격 조정 코드를 40 이내로 변경(예: SHOT A, 40)

4. VI. Calibration 1 진행 중 WOBB 체크 시 패널에서 4th 버튼 대신 5th 버튼 누름(WOBB, 5th)