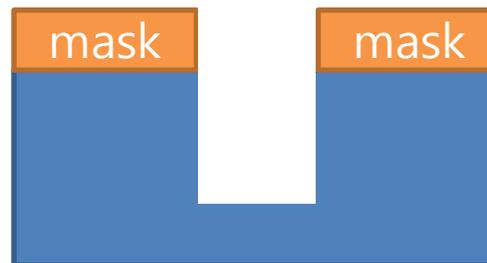
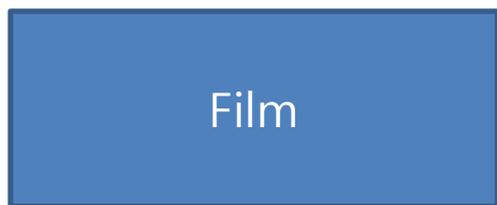


Oxide/Metal RIE 장비 Manual

Kim min jae
UNIST Central Research Facilities (UCRF)

Film을 제거하여 원하는 모양을 만드는 공정



Etch



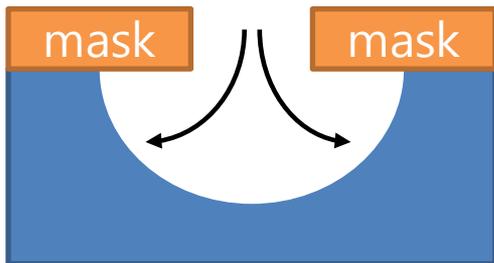
Etch back

Etch 공정 진행시 확인 사항

- ① Mask 종류 : PR, ACL, Poly, Nitride, etc.
- ② Etch Gas : F, Br, Cl, O₂, N₂, Ar, H₂, He, etc
- ③ Etch 장치 : Oxide, Poly, Metal Etcher
- ④ Shape : Positive/ Negative / Vertical slope

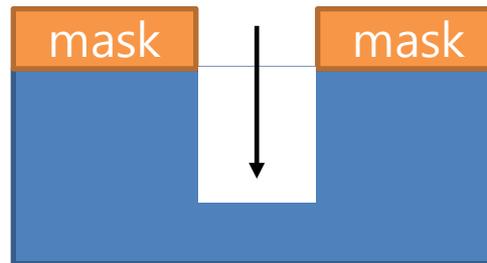
Wet etching

- ① Chemical 사용
- ② 등방성 etching(Isotropic)
: vertical E/R = horizontal E/R
- ③ 화학 반응에 의한 식각
- ④ CD(critical dimension) control 어려움



Dry etching

- ① Plasma 이용
- ② 이방/등방성 etching
: vertical E/R \gg horizontal E/R
(etching condition에 따라 조절 가능)
- ③ 화학반응 + 물리적 damage
- ④ CD(critical dimension) control 가능



주기율표와 Etching gas의 관계

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 수소																	2 He 헬륨
3 Li 리튬	4 Be 베릴륨											5 B 붕소	6 C 탄소	7 N 질소	8 O 산소	9 F 불루오린	10 Ne 네온
11 Na 나트륨	12 Mg 마그네슘											13 Al 알루미늄	14 Si 규소	15 P 인	16 S 황	17 Cl 염소	18 Ar 아르곤
19 K 칼륨	20 Ca 칼슘	21 Sc 스칸듐	22 Ti 타이타늄	23 V 바나듐	24 Cr 크로뮴	25 Mn 망가니즈	26 Fe 철	27 Co 코발트	28 Ni 니켈	29 Cu 구리	30 Zn 아연	31 Ga 갈륨	32 Ge 저마늄	33 As 비소	34 Se 셀레늄	35 Br 브로민	36 Kr 크립톤
37 Rb 루비듐	38 Sr 스트론튬	39 Y 이트륨	40 Zr 지르코늄	41 Nb 나이오브	42 Mo 몰리브덴	43 Tc 테크네튬	44 Ru 루테튬	45 Rh 로듐	46 Pd 팔라듐	47 Ag 은	48 Cd 카드뮴	49 In 인듐	50 Sn 주석	51 Sb 안티몬	52 Te 텔루륨	53 I 아이오딘	54 Xe 제논
55 Cs 세슘	56 Ba 바륨	57~71 Lanthanides	72 Hf 하프늄	73 Ta 탄탈	74 W 텅스텐	75 Re 레늄	76 Os 오스뮴	77 Ir 아일랜드	78 Pt 백금	79 Au 금	80 Hg 수은	81 Tl 탈륨	82 Pb 납	83 Bi 비스무트	84 Po 폴로늄	85 At 아스타틴	86 Rn 라돈
87 Fr 프랑슘	88 Ra 라듐	89~103 Actinides	104 Rf 러더포듐	105 Db 더브늄	106 Sg 세보리움	107 Bh 보륨	108 Hs 하슘	109 Mt 메이테네뮴	110 Ds 다름슈타튬	111 Rg 뢴트게늄	112 Uub 우노븀	113 Uut 우노트륨	114 Uuq 우노쿼터뮴	115 Uup 우노펜튬	116 Uuq 우노헥사뮴	117 Uuh 우노헵타뮴	118 Uuo 우노옥타뮴
전달성 쪽 →			57 La 란타넘	58 Ce 세륨	59 Pr 프록세미움	60 Nd 네오디뮴	61 Pm 프로미튬	62 Sm 세미튬	63 Eu 유로퓸	64 Gd 가돌리늄	65 Tb 테르븀	66 Dy 디스프로슘	67 Ho 홀름				
악티늄 쪽 →			89 Ac 악티늄	90 Th 토륨	91 Pa 프로트악티늄	92 U 우라늄	93 Np 넵투늄	94 Pu 플루토늄	95 Am 아메리슘	96 Cm 퀴륨	97 Bk 버클륨	98 Cf 캘리포늄	99 Es 에인슈타이늄				



원소명이 붉은색으로 찍힌 원소의 이름은 2005년 변경된 KS표준 표기법에의에 변경된 표준이름을 표기하였습니다.

예) 불소(F)→플루오린, 요오드(I)→아이오딘

반응성이 강하여 etching gas 로 사용

반응성 없으며, plasma 형성 및 ion bombardment 효과



Plasma 형성시 film 별 화학 반응

Film	반응식	설명	비고
SiO2	$SiO_2 + CF_4 + CHF_3 = CO + SiFx$	F계열을 main etchant로 사용 CF4중 F Radical에 의해 oxide etching 됨	
Si3N4	$Si_3N_4 + CF_4 + O_2 = N_2 + SiFx$	F계열을 main etchant로 사용 CF4중 F Radical에 의해 Nitride etching 됨 O2는 F Radical 활성화용 CF4 에 대한 반응속도 : SiO2 > Si3N4	
Si	$Si + SF_4 / Si + CF_4$ $Si + Cl_2$	Poly Silicon etch시 F, Cl, Br 계열 gas 사용 이방성 etching 시 Cl계 유리하며, 부산물 발생 측면에서는 F계열 유리, SiO2와 선택비 필요시 Br계열 유리	
W	$W + SF_6$	W Etching 시 F계열 gas 사용	
Al	$Al + Cl_2 + BCl_3$	Al etching시 Cl계열 사용 BCl3 side wall 보호용(deposition gas) BCl3에 의해 by-product양이 좌우됨	
PR	$PR + O_2 + (N_2)$	O2 gas main Ashing rate 높이기 위해 N2 첨가함 (O2 량에 약 10% 첨가)	

① 장비 Log in

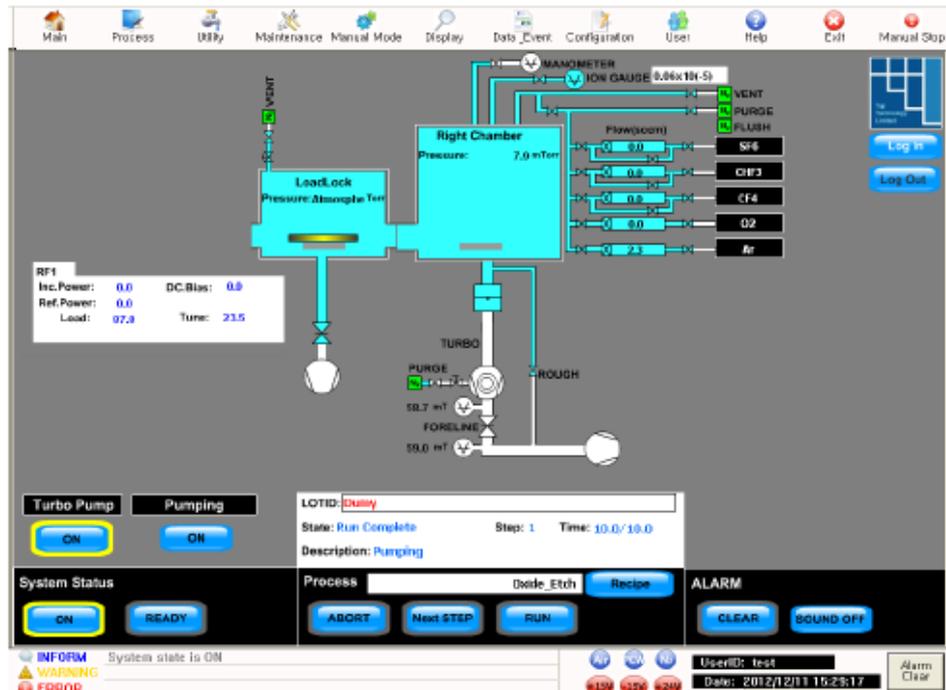


바탕화면 상에서 장비 Software를 Click하여 동작시에
위와 같이 Login화면이 나타나게 된다.

설정된 ID및 Password를 입력하면 장비 Software가 시작된다.

Login과 관련된 ID및 Password는 장비설치 시에 사용자의 Access Level에 따라
각각 설정되므로 자세한 사항은 뒷부분에 설명하도록 한다.

② Main 화면

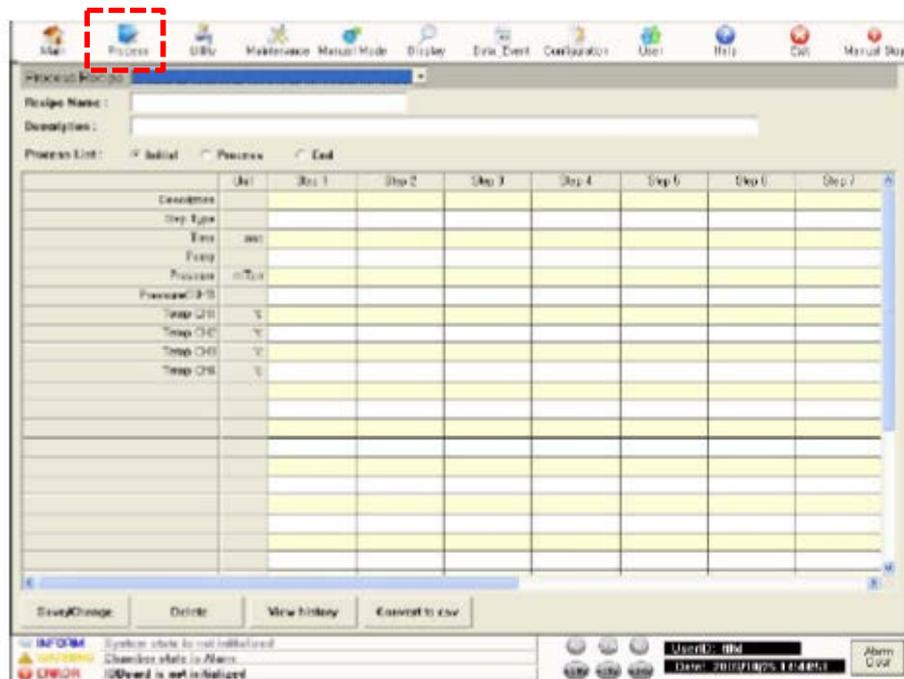


Login이 된 후 처음 나타나는 화면으로써 장비의 전체적인 구조를
나타내고 있다.

화면상에 표시되는 그림은 진공구조를 나타내는 것으로 현재 Pumping상태 및
각종 수치값을 확인할 수 있다.

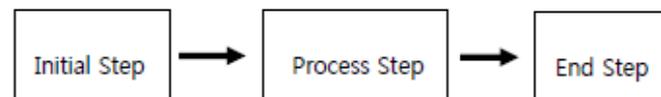
아울러 장비의 Utility상태(CDA, PCW, N2, 각종 Power Supply상태<'+24VDC',
'+15VDC', '-15VDC'>)들을 확인 할 수 있으며, 문제가 있을 시에는
창 아래쪽 부분의 Inform, Warning, Error부분에 나타나는 Message를 통해
확인할 수 있다.

③ Recipe setup



Main화면에서 "Process"를 Click하게 되면 위와 같이 Process Menu가 나타나게 된다.

하나의 공정 Recipe는 다음과 같이 구성되게 된다.



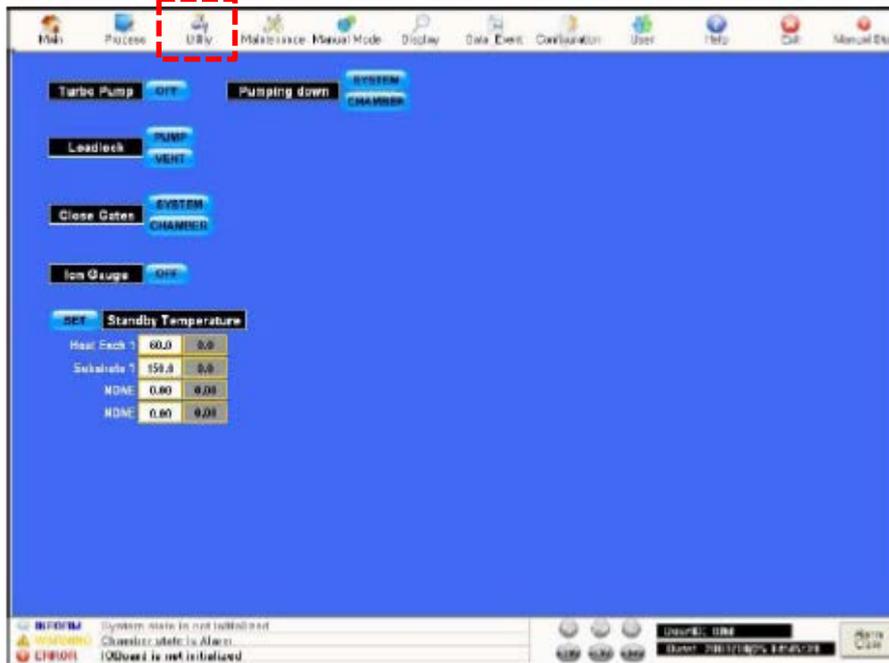
Initial Step과 End Step은 일반적으로 Chamber의 진공상태를 측정하여 충분한 진공상태가 되었는지를 확인하거나, 잔류가스를 배출하기 위한 Evacuation Step에 해당한다.

Process Step은 일반적으로 다음과 같이 구성된다.

- A. Gas Stabilization Step(가스 및 압력안정화)
 - B. Ignition Step(Plasma Turn-On을 위한 Step)
 - C. Main Processing Step(실제 공정이 이뤄지는 Step)
 - D. Purge Step(공정이 종료된 후 N2를 이용하여 잔류가스를 Purging하는 Step)
- 그래서, Initial Step과 End Step은 1 Step으로 주로 이뤄지며, Process Step은 일반적으로 4 Step으로 이뤄지게 된다.

(***) 공정 Recipe의 구성은 공정의 특성을 고려하여 여러가지 형태로 변형 할 수 있다.)

④ Utility setup



위 그림은 Utility를 Click하였을 때 나타나는 화면으로써 주된 기능은 Turbo Pump의 동작, System Pumping, Gate Valve의 Open/Close, Ion Gauge ON/OFF 및 Chuck Temp.의 Setting 등이다.

A. Turbo Pump ON/OFF

Turbo Pump부분에서 "ON"을 Click하면 Turbo Pump가 자동으로 ON상태로 동작되게 된다. "OFF"를 Click하면 자동으로 동작을 중지하게 된다.

B. Pumping Down

"System"을 Click하면 Loadlock과 Chamber를 같이 Pumping하게되며, "Chamber"를 Click하면 Chamber만 Pumping하게 된다.

C. Loadlock

"Pump"를 Click하면 Loadlock을 Pumping하며, "Vent"를 Click시에는 Loadlock을 대기압 상태로 Venting하게 된다.

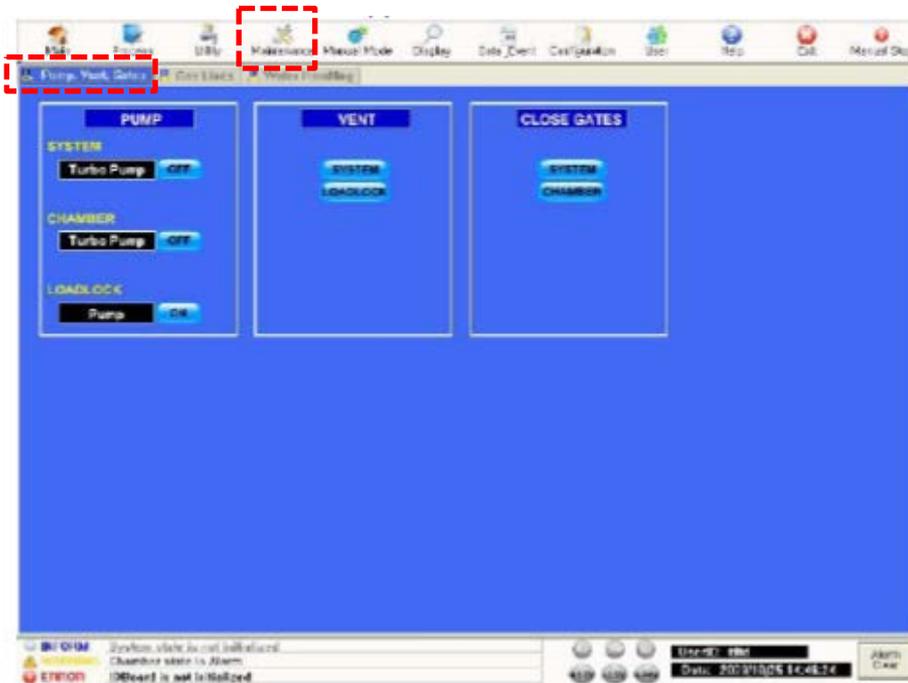
D. Close Gates

"System"을 Click하면 Loadlock과 Chamber의 Gate Valve를 동시에 Close하며, "Chamber"를 Click하면 Chamber의 Gate Valve만 Close한다.

E. Ion Gauge

"ON"을 Click하면 Ion Gauge가 켜지게 되며, "OFF"를 Click하면 꺼지게 된다.

⑤ Maintenance setup



Maintenance를 Click하였을 때 나타나는 화면으로써 Maintenance Menu는 총3개의 화면으로 구성되어 있다.

(1)-1 Pump, Vent, Gates

위 그림에서의 Menu화면으로써 Utility Menu에서와 마찬가지로 Pumping, Venting, Gate Valve Closing에 대한 기능이다.

A. Pump

(a) System

(b) Chamber

(c) Loadlock

B. Vent

"System"을 누르면 Loadlock과 Chamber가 동시에 Vent된다.

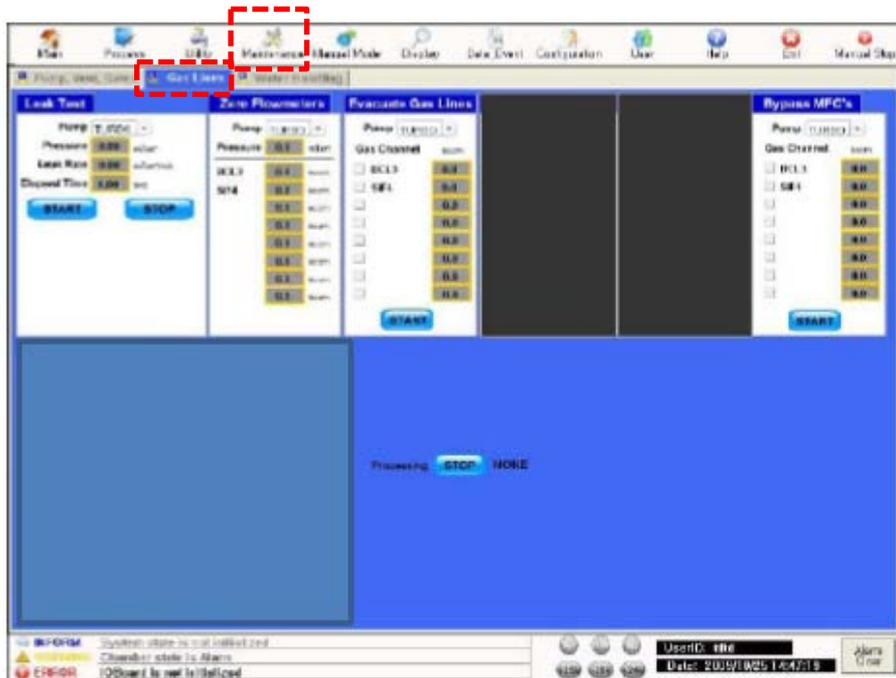
"Loadlock"을 누르면 Loadlock만 Vent되게 된다.

C. Close Gates

"System"을 누르면 Loadlock과 Chamber의 Gate Valve가 동시에 Close되며,

"Chamber"를 누르면 Chamber의 Gate Valve가 Close된다.

⑤ Maintenance setup



A. Leak Test

Start를 누르면 Chamber에 대한 Leak Test를 실시하게 된다.

여기에서 나타나는 Pressure값은 Chamber의 Process Gauge (Capacitance Manometer Gauge)의 값으로 정확도는 Gauge의 분해능에 비례한다.

Stop을 누르면 Leak Test를 중지하게 된다.

(***Gauge의 Max.측정값이 낮으면 낮을 수록 정확하게 나타난다.)

B. Zero Flowmeters

이 기능은 단지 Pressure Gauge와 MFC(Mass Flow Meter)의 영점을 맞추기 위해 Monitoring하는 기능으로써 나타나는 값을 보고, Pressure Gauge와 MFC의 Zero Potentiometer를 돌려 영점을 확인하는 기능이다.

영점을 맞출 때에는 반드시 충분히 Pumping 및 Gas Evacuation을 실시하여야 영점을 제대로 맞출 수 있으며, 그렇지 않았을 경우에는 공정에 영향을 줄 수 있으므로 주의를 요한다.

일반적으로 영점을 맞추기 전에 Ion Gauge가 있는 경우에는 5 X 10⁻⁶Torr까지 Pumping을 하여야 하며, Ion Gauge가 없는 경우에는 Over-Night Pumping (약 12시간이상)을 한 후 Leak Test를 했을 때 Leak rate가 1.0mT/min.이하로 나왔을 때에만 영점 조정을 실시한다.

또한 MFC의 경우에는 Bypass Line이 있는 경우에는 충분히 Bypassing을 하여 MFC안에 남아있는 Gas를 Evacuation하여야 하며(3회 이상 실시), Bypass Line이 없는 경우에는 Gas 공급라인의 중간 밸브 혹은 Gas Regulator를 완전히 차단한 후 Evacuate Gas Lines Menu를 이용하여 완전히 Gas를 Evacuation한 후 실시한다.

C. Evacuate Gas Lines

Gas Line내의 Gas를 Evacuation해 주는 기능으로써 Gas Cylinder교체, Gas Line상의 Leak가 의심될 때 사용하는 기능이다.

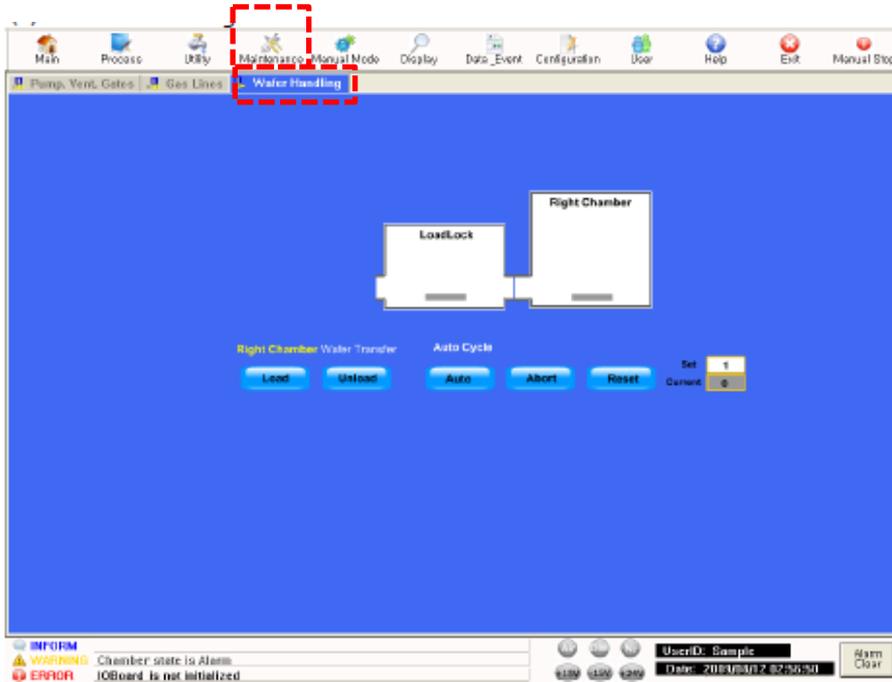
주의 할 사항은 MFC의 용량이 큰 경우(수백 SCCM이상)에는 MFC의 Max.용량을 Flow시키게 되므로 Turbo Pump에 Overload를 줄 수 있으므로 한 꺼번에 여러 Gas Line을 동시에 Evacuation하지 않도록 한다.

D. Bypass MFC's

이 기능은 Gas Line 구성에 Bypass가 있는 Gas Line에 대해서만 동작하는 기능으로써 MFC의 교체시의 편리성, MFC내의 잔류가스제거를 통한 MFC수명 연장등의 효과를 기대할 수 있는 기능이다.

좌측 부분의 Box부분에 Click하게 되면 Check표시가 되면서 원하는 Gas Line을 선택할 수 있으며, Start부분을 누르면 선택된 Gas Line에 대해서 순서대로 (Gas Ch.1->Gas Ch.2->Gas Ch.3....)Bypassing을 실시한다.

⑤ Maintenance setup



Wafer Handling은 수동으로 Wafer(혹은 Sample)을 Loading/Unloading할 때 사용하는 메뉴로서 반드시 Loadlock에 Wafer(Sample)이 놓여져 있는 상태에서 실행할 수 있다.(없을 시에는 Error Message발생)
 또한, Loadlock과 Chamber가 반드시 같은 진공상태 혹은 대기압 상태를 유지해야한다.
 만일, Loadlock과 Chamber의 진공상태가 다음과 같은 경우 결과치는 다음에 나타나 있는 상태가 된다.

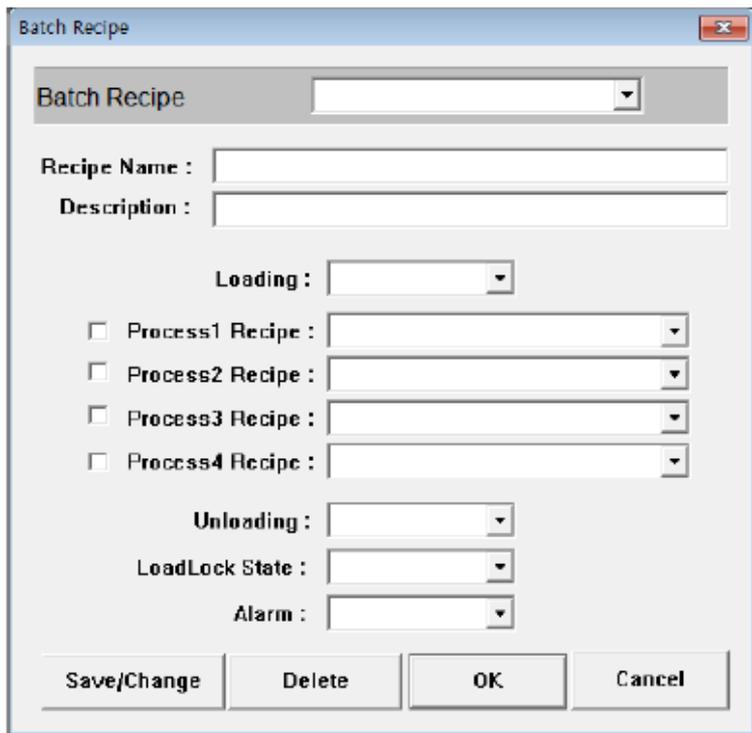
상태	Loadlock	Chamber	결과
1	대기압	대기압	정상동작
2	진공	진공	정상동작
3	대기압	진공	Loadlock을 진공상태로 만든 후 동작
4	진공	대기압	Loadlock을 대기압상태로 만들어야만 동작 가능

"Load" Button을 누르면 Loadlock에서 Chamber로 Wafer(Sample)을 이동시킴.
 "Unload" Button을 누르면 Chamber에서 Loadlock으로 Wafer(Sample)을 이동시킴.
 "Auto"는 "Abort" Button을 누를 때까지 계속해서 Loading/Unloading을 반복함.
 자동으로 Loading/Unloading시킬 횟수를 지정하려면 "Set" 부분에 설정하면됨.
 Loading/Unloading횟수는 "Current" 부분에 표시됨.
 "Reset" Button은 "Auto"로 Loading/Unloading된 이동횟수를 Reset할 때 사용.

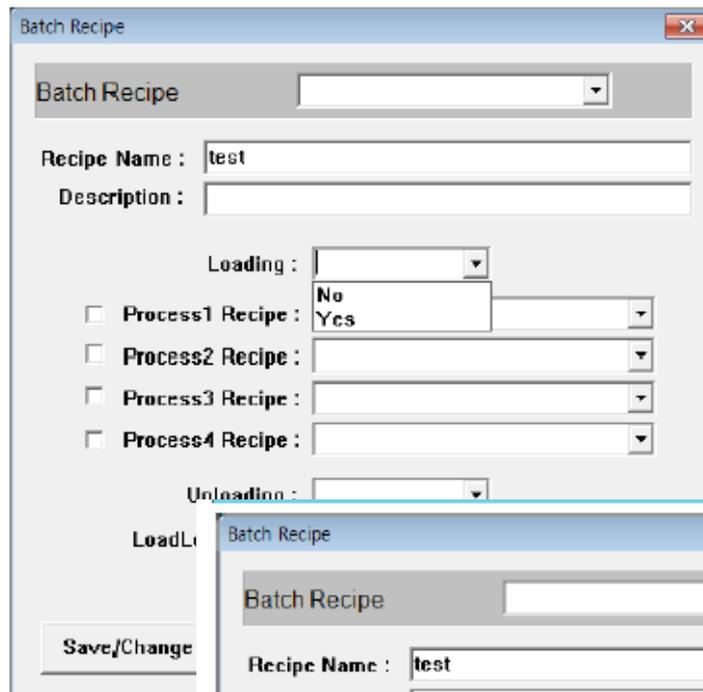
Oxide/Metal RIE Recipe setting 방법

-Batch Recipe를 통한 공정 방법

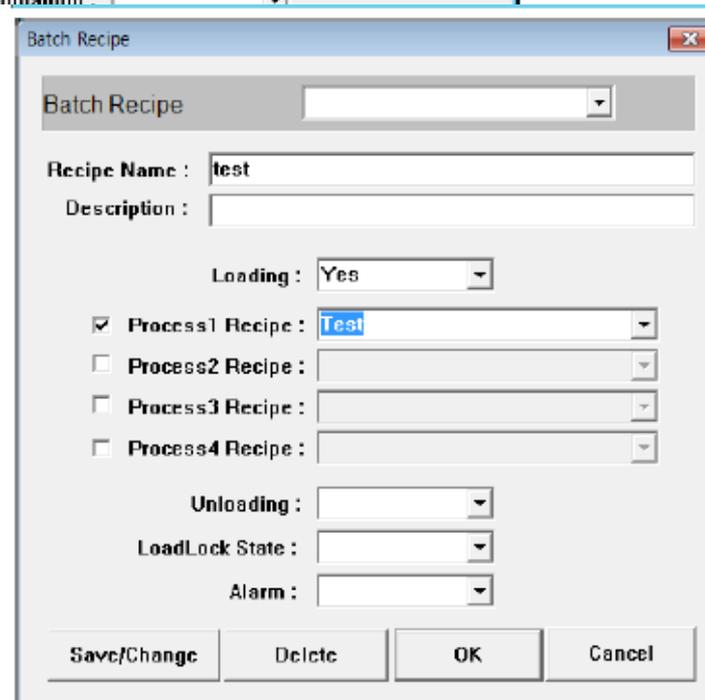
Main화면에서 Process부분에서 "Recipe" Button을 누르면 다음과 같은 화면이 나타난다.



Batch Recipe dialog box showing fields for Recipe Name, Description, Loading, Process1-4 Recipe, Unloading, LoadLock State, and Alarm. Buttons: Save/Change, Delete, OK, Cancel.



Batch Recipe dialog box showing fields for Recipe Name (test), Description, Loading (No), Process1-4 Recipe, Unloading, and LoadLock State. Buttons: Save/Change.



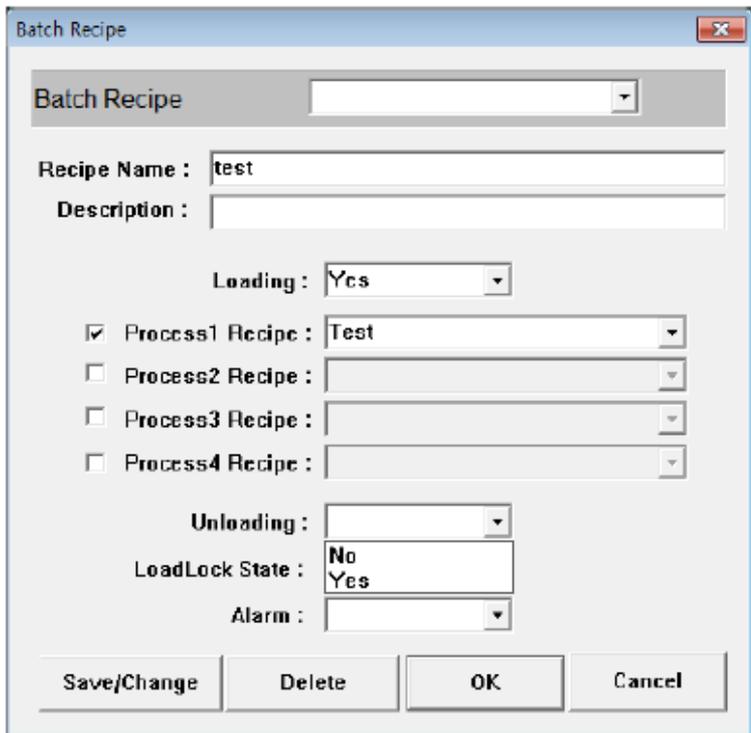
Batch Recipe dialog box showing fields for Recipe Name (test), Description, Loading (Yes), Process1-4 Recipe (Process1 selected as Test), Unloading, LoadLock State, and Alarm. Buttons: Save/Change, Delete, OK, Cancel.

이미 저장되어 있는 Batch Recipe를 loading하려면 Batch Recipe우측의 부분을 클릭하면 저장되어 있는 Batch Recipe List가 나타나며, 필요한 Batch Recipe를 선택하면 된다.

새로운 Batch Recipe를 생성하기 위해서는 Recipe Name에 Batch Recipe명을 기입한 후 각 Parameter들을 설정하고, Process Recipe를 선택하면 된다.

Loading부분을 클릭하게 되면 다음과 같이 "Yes"나 "No"를 선택하게 되어 있는데, Yes를 클릭하여 선택하면, 자동으로 Wafer(Sample)을 Loadlock에서 Chamber로 Loading하게 된다.

Process Recipe는 총 4개까지 선택이 가능하며, Process Recipe를 선택하기 위해서는 왼쪽부분의 네모칸에 Check표시하여야만, Process Recipe선택이 가능하다.



Batch Recipe

Batch Recipe: []

Recipe Name : test

Description : []

Loading : Yes

Process1 Recipe : Test

Process2 Recipe : []

Process3 Recipe : []

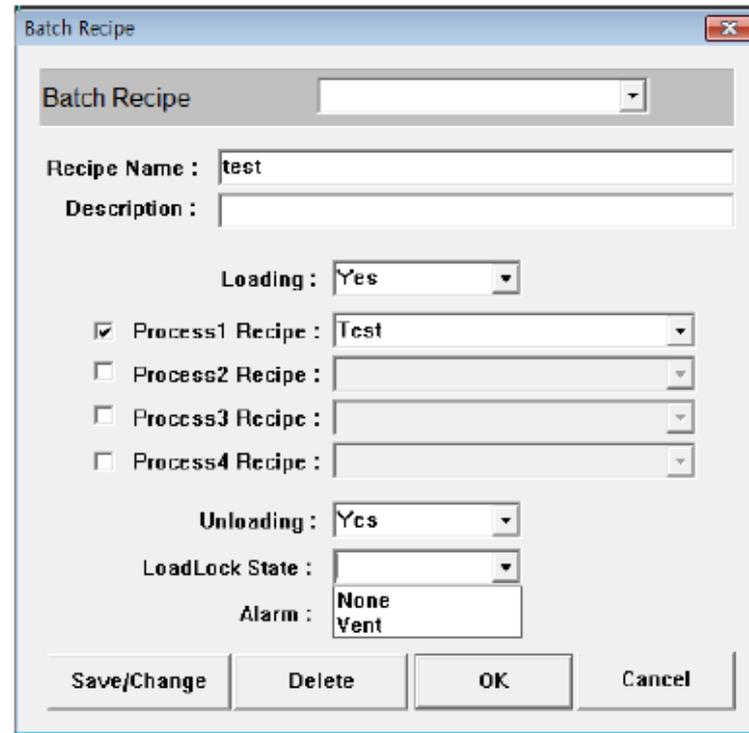
Process4 Recipe : []

Unloading : []

LoadLock State : No
Yes

Alarm : []

Save/Change Delete OK Cancel



Batch Recipe

Batch Recipe: []

Recipe Name : test

Description : []

Loading : Yes

Process1 Recipe : Test

Process2 Recipe : []

Process3 Recipe : []

Process4 Recipe : []

Unloading : Yes

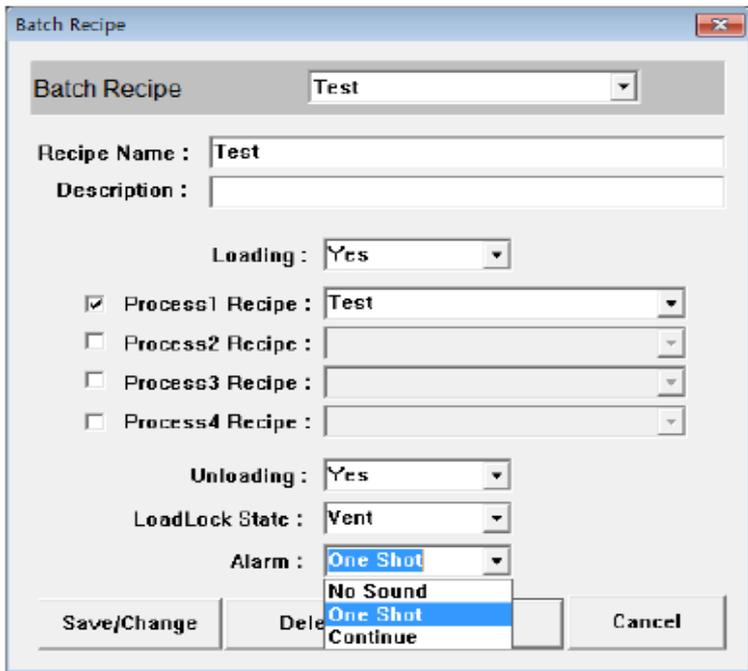
LoadLock State : []

Alarm : None
Vent

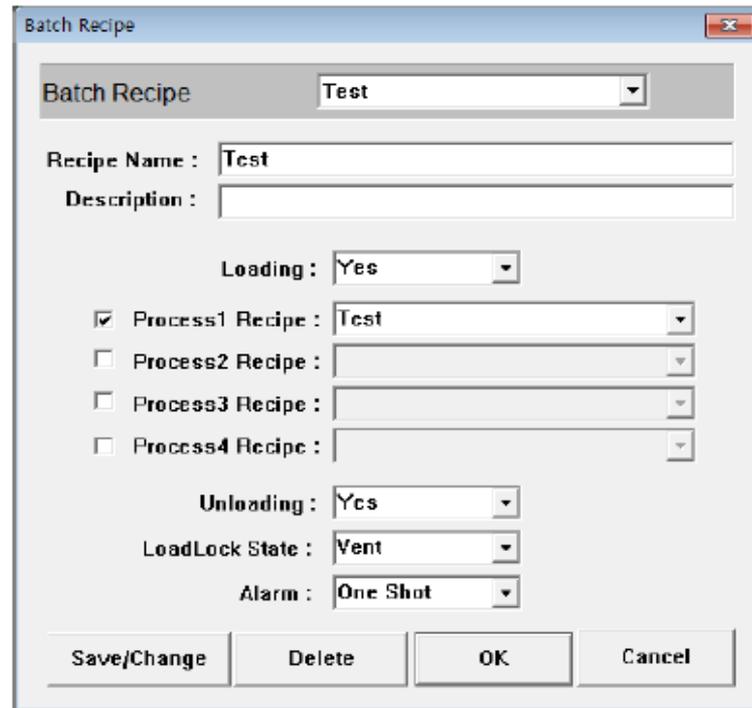
Save/Change Delete OK Cancel

Unloading부분도 Loading부분과 마찬가지로 "Yes"나 "No"를 선택하도록 하여야하는데 "No"를 선택할 경우에는 Chamber에서 공정이 끝난 후 Wafer(Sample)을 그대로 남겨두며, "Yes"를 선택할 경우에는 Wafer(Sample)을 Chamber에서 Loadlock으로 꺼내오게 된다.

Loadlock State부분을 클릭하게 되면 "None"과 "Vent"를 선택하도록 나타나는데, "None"을 선택하면, Loadlock으로 Wafer(Sample)가 이송된 후 그대로 진공상태를 유지한 채 Batch Recipe공정이 종료되며, "Vent"를 선택하게 되면 Loadlock을 대기압이 될 때까지 Vent하도록 한다.



Alarm을 클릭하면, "No Sound", "One Shot", "Continue"의 3개 선택항목이 나타나는데, "No Sound"는 공정종료 후 아무런 Alarm을 울리지 않으며, "One Shot"은 약 5초간 Alarm을 울린다. "Continue"를 선택하면, 키보드의 버튼을 누군가 와서 누를 때까지 계속 울리게 된다.



위와 같이 작성된 Batch Recipe를 저장하려면 "Save/Change" Button을 누르면 저장된다. 저장된 Batch Recipe는 맨 위의 Batch Recipe부분을 클릭하면 저장된 Batch Recipe들이 나타난다. 저장된 Batch Recipe를 선택하여 "OK"Button을 누르면 Batch Recipe가 Loading된다.

Main화면에서 "Ready" Button을 누르고, "RUN" Button을 누르면 자동으로 Batch Recipe공정을 진행하게 된다.



감사합니다.

문의 사항 : UCRF 김민재
(mjkim@unist.ac.kr / 217-4064 / 010-4848-2951)