

# Atomic Layer Deposition

---

2013. 12. 27

Lu Da Lee

UNIST Central Research Facilities (UCRF)

## Lucida D100

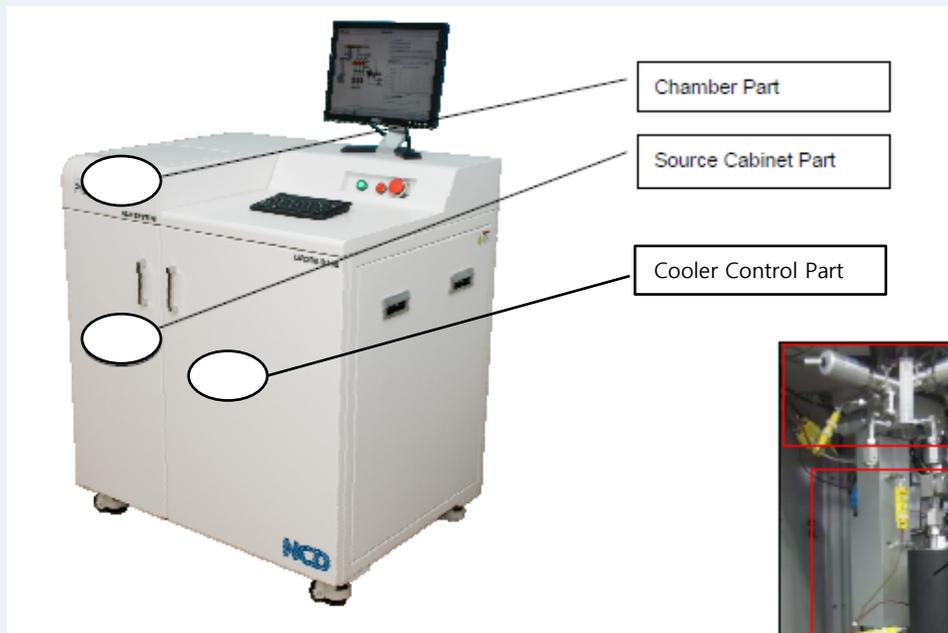
### Specifications

- Wafer Size : 8"
- Max Substrate Temperature :350 °C
- Precursor sources : TMA, TDMAH, TTiP, H<sub>2</sub>O
- Deposition uniformity :  $< \pm 2\%$
- With in Wafer Uniformity :  $\pm 3\%$ ,

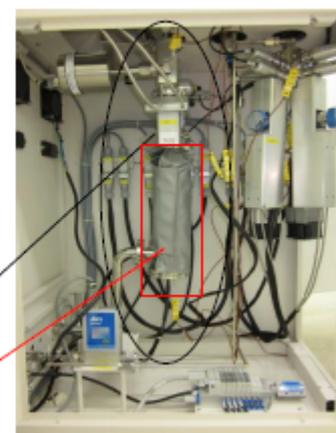
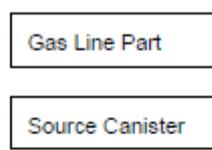
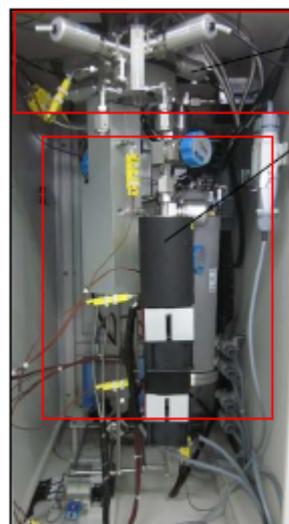
### Applications

- High-k Thin Film (HfO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) Depo.
- Applications of R&D





Cooler Control Part



Source Cabinet Part

## - 장비 사용 시 주의사항 -

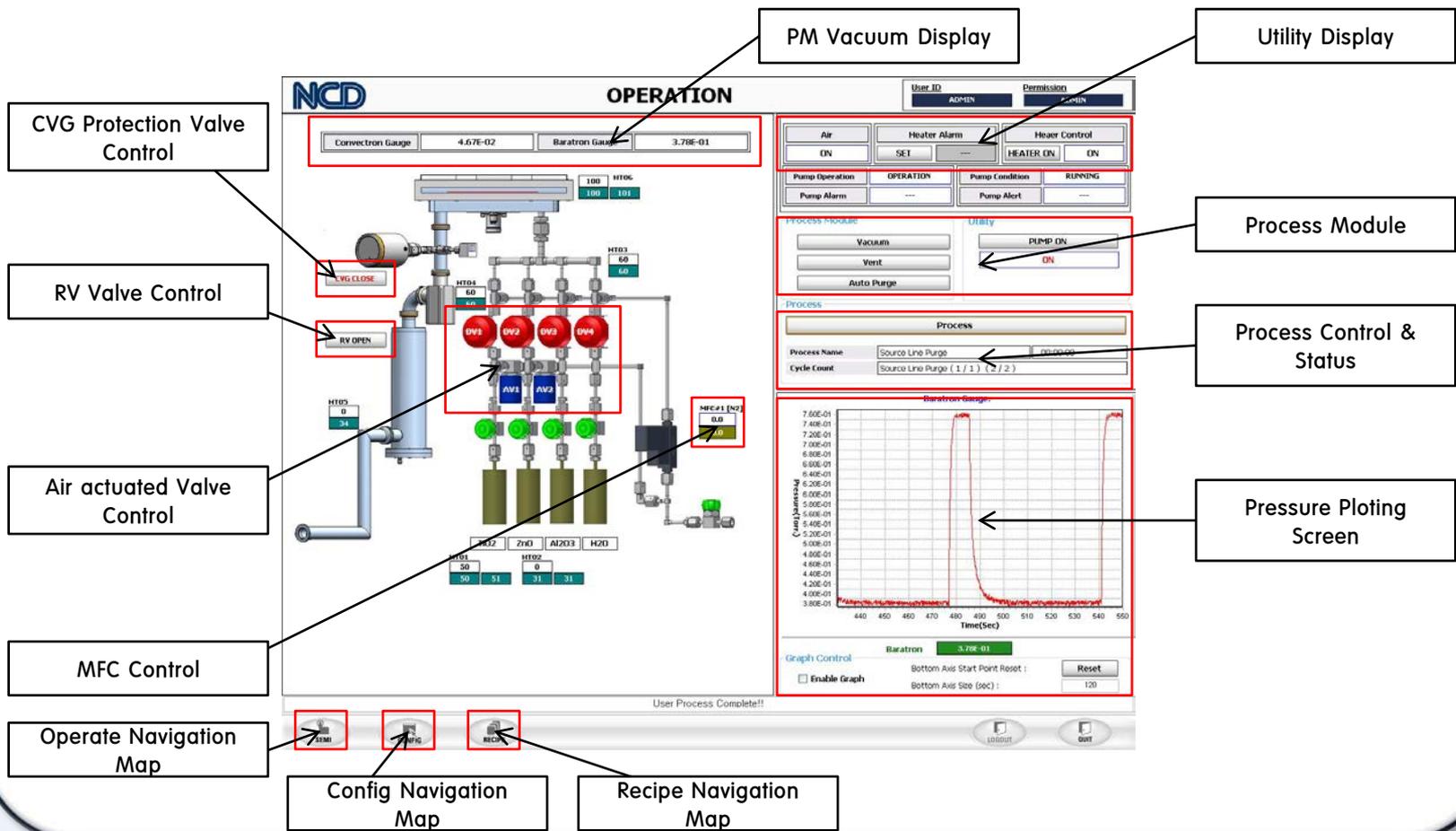
### Canister

- Lucida D100 ALD 에 사용되는 소스는 독성이 강하거나 폭발 등의 위험성이 있다.
- 공정이 끝난 후에 소스용기(Canister)의 Manual valve을 장시간 OPEN 시에 소스의 누출로 독성가스를 흡입하거나 수분의 유입으로 폭발사고가 발생할 수 있다.
- 공정이 끝난 후에는 반드시 소스용기(Canister)의 Manual valve을 CLOSE 상태로 유지 후 line purge를 진행해야 한다.

### Heater

- 공정이 끝난 후에는 반드시 챔버 및 가스라인, 소스용기의 온도를 내려주어야 한다.
- 온도를 내릴 시 Heater OFF 상태에서 온도값을 바꾸게 되면 저장되어 있던 온도에 대한 setting 값이 모두 틀어질 수 있기 때문에 Heater는 항상 ON상태를 유지하며, 온도값만 컨트롤 한다.

## 1. Screen Diagram



## 1. Manual valve open

공정 전 반드시 증착하려는 물질의 Precursor와 DI 소스용기(Canister)의 Manual valve을 OPEN 상태로 유지.



Source Cabinet Part

TEMAHf or TTiP

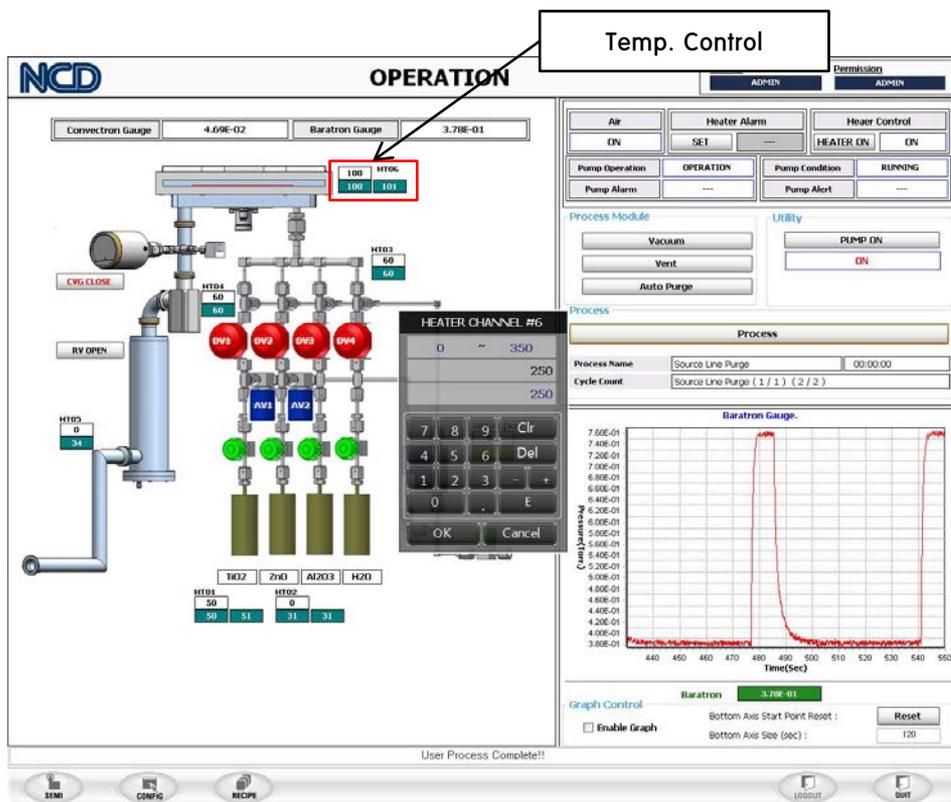
DEZ

TMA

H<sub>2</sub>O



## 2. Heater setting



The screenshot shows the 'OPERATION' screen of the NCD system. A callout box labeled 'Temp. Control' points to the 'HT06' heater setting, which is highlighted with a red box. The setting shows a temperature of 100 and a pressure of 101. A 'HEATER CHANNEL #6' keypad is also visible, showing a temperature of 250. The interface includes various control buttons like 'Air', 'Heater Alarm', 'Pump Operation', and 'Process Module'. A 'Baratron Gauge' graph is shown at the bottom right, displaying pressure over time.

Temp.Control의 흰색칸을 클릭하면 옆의 사진처럼 온도값을 셋팅할 수 있는 창이 뜬다.

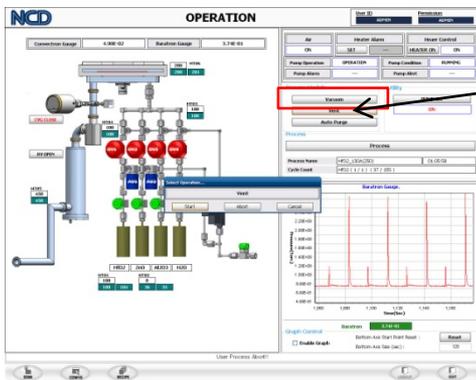
챔버(HT06)의 온도는 precursor에 따라 다르며, HT03,04는 100°C, HT05는 450°C로 셋팅한다.

	TEMAHf	TTIP	TMA
HT01	100	50	0
HT03	100	100	100
HT04	100	100	450
HT05	450	450	450
HT06	280	200	200

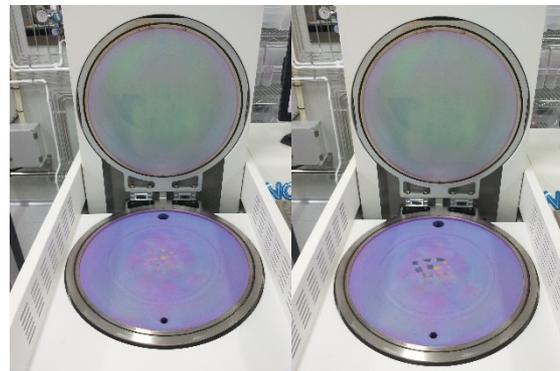
-Precursor에 따른 온도표 -

## 3. Sample loading

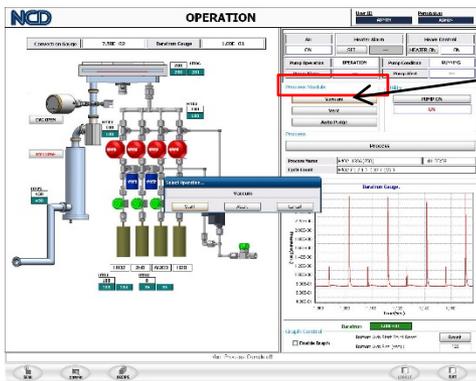
1. Vent icon 클릭하여 Chamber vent 시킴. 2. Chamber Center부에 sample loading.



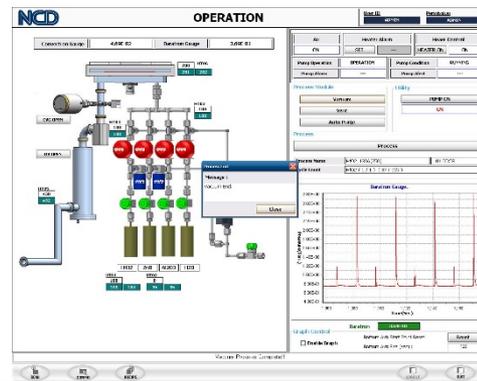
Chamber vent  
( $>7.2 \times 10^{-2}$ )



3. Vacuum icon 클릭하여 Chamber pumping 시킴.



Chamber pumping  
( $<5.0 \times 10^{-2}$ )



## 4. Recipe 작성

### 1. Process recipe 작성 방법.



모든 Process Recipe file list 를 보여준다.

Recipe Name 창에 Mouse 나 Keyboard 를 이용하여 Name 을 입력한다..

반복적으로 수행할 Step Layer 을 입력한다.

반복적으로 수행할 Total Cycle 수를 입력한다.

새로운 파일을 만들려고 할 때 사용된다

현재 편집중인 내용을 현재 이름 그대로 저장할 때 사용된다.  
New 를 이용하여 편집하였을 때는 [Save As]로 동작한다.

File list 에서 선택된 File 을 삭제할 때 사용된다.

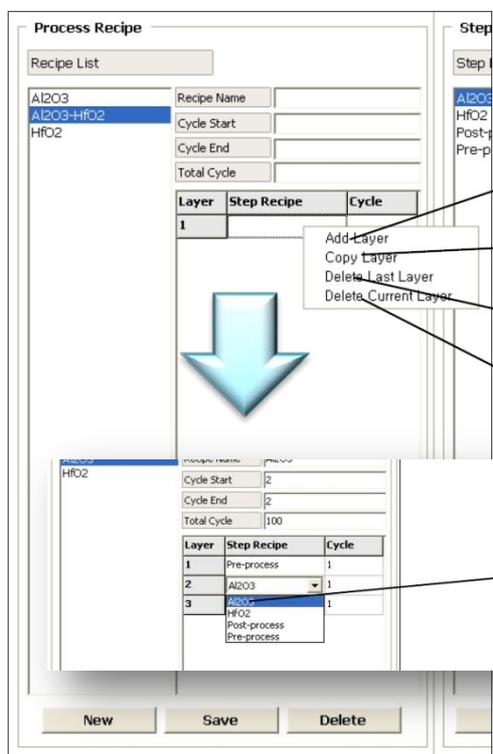
(1) Recipe File List Panel 에 있는 New Button 을 누름.

(2) New Process Recipe 입력창이 생성.

(3) Layer 의 위치에 오른쪽 Mouse 를 Click 하면 Layer 관련 선택창이 생성.

## 4. Recipe 작성

### 1. Process recipe 작성 방법.



The screenshot shows the 'Process Recipe' window. On the left, a 'Recipe List' contains 'Al2O3', 'Al2O3-HfO2', and 'HfO2'. The 'Al2O3-HfO2' recipe is selected. In the center, a table allows adding layers:

Layer	Step Recipe	Cycle
1		

Below the table are buttons: 'Add Layer', 'Copy Layer', 'Delete Last Layer', and 'Delete Current Layer'. A large blue arrow points down to a detailed view of the 'HfO2' recipe. This view shows a table with three layers:

Layer	Step Recipe	Cycle
1	Pre-process	1
2	Al2O3	1
3	HfO2	1

At the bottom are 'New', 'Save', and 'Delete' buttons.

Layer 를 추가하고자 할 때 선택한다.

Layer 를 복사하고자 할 때 선택한다.

마지막 Layer 를 삭제하고자 할 때 선택한다.

현재 Layer 를 삭제하고자 할 때 선택한다.

Step Recipe 를 선택하면 Layer 에 Step Recipe 및 Sub Cycle를 입력한다.

(4) [Select Step Recipe]을 Click 하면 Step Recipe 선택창이 생성.

(5) Step Recipe 을 입력한 후 Sub Cycle 수를 입력. (Sub Cycle 수의 기본단위는 Step Recipe 의 값에 의하여 정해짐.)

(6) 원하는 공정의 Process Recipe 을 작성한 후 [Save] Button 을 Click 하면 Process Recipe File List panel 에 Process Recipe Name 이 생성.

## 4. Recipe 작성

### 2. Step recipe 작성 방법.

Step Recipe

Step List

Al2O3
Asist-Test
HFO2-Asist
Post-process
Pre-process
ZnO

Step Name	
Step List	
Step Number	1
Step Name	
N2 Gas Flow	
Pulse	
A Source	
Assist Pulse	
Pulse	
B Source	
Assist Pulse	
C Source	
Pulse	
H2O Source	
Pulse	
Gas Flow	
Source Pulse	
O2	
Gas Flow	
Source Pulse	
Exposure Time	
Purge Time	

New Save Delete

모든 Step Recipe file list 를 보여준다..

Step Recipe Name

Step List

Step Number

Step Name

Layer (Control Parameter)

새로운 파일을 만들려고 할 때 사용된다

현재 편집중인 내용을 현재 이름 그대로 저장할 때 사용된다.  
New 를 이용하여 편집하였을 때는 [Save As]로 동작한다.

File list 에서 선택된 File 을 삭제할 때 사용된다.

## 4. Recipe 작성

### 2. Step recipe 작성 방법.

Step Recipe

Step List

Al2O3

Step Number	1	2	3	4
Step Name	TMA F			H2O Purge
N2 Gas Flow	50			50
Pulse	0			0
A Source Assist Pulse	0	0	0	0
B Source Pulse	0	0	0	0
Assist Pulse	0	0	0	0
C Source Pulse	0.2	0	0	0
H2O Source Pulse	0	0	0.2	0
O2 Gas Flow	0	0	0	0
Source Pulse	0	0	0	0
Exposure Time	0	0	0	0
Purge Time	0	10	0	10

New Save Delete

Recipe Name 창에 Mouse 나 Keyboard 를 이용하여 Name 을 입력한다.

Step 를 추가하고자 할 때 선택한다.

Step 를 복사하고자 할 때 선택한다.

마지막 Step 를 삭제하고자 할 때 선택한다.

현재 Step 를 삭제하고자 할 때 선택한다.

(1) Recipe File List Panel 에 있는 New Button 을 누름.

(2) New Step Recipe 입력창이 생성.

(3) Step 의 위치에 오른쪽 Mouse 를 Click 하면 Layer 관련 선택창이 생성.

## 4. Recipe 작성

### 2. Step recipe 작성 방법.

Step Recipe

Step List

Al2O3

Step Name Al2O3

Step List		1	2	3	4
Step Number		1	2	3	4
Step Name		TMA Pulse	TMA Purge	H2O Pulse	H2O Purge
N2 Gas Flow		50	50	50	50
A Source	Pulse	0	0	0	0
	Assist Pulse	0	0	0	0
B Source	Pulse	0	0	0	0
	Assist Pulse	0	0	0	0
C Source	Pulse	0.2	0	0	0
H2O Source	Pulse	0	0	0.2	0
	Gas Flow	0	0	0	0
O2	Source Pulse	0	0	0	0
Exposure Time		0	0	0	0
Purge Time		0	10	0	10

New Save Delete

Step Name 을 입력한다.

각각의 Step 에 공정 변수를 Keyboard 를 이용하여 입력한다.

(4) 각각의 Step 에 공정 변수를 입력.

- Gas Flow 값은 MFC 로 조절되며 sccm 단위.
- Pulse, Assist, Exposure, Purge time 의 시간단위는 second.

## 4. Recipe 작성

### 3. Recipe 작성 예시 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

**Process Recipe**

Recipe List

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Recipe Name	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Al-doped ZnO	Cycle Start	2
Assist Test	Cycle End	2
HfO <sub>2</sub>	Total Cycle	200
ZnO		

Layer	Step Recipe	Cycle
1	Pre-process	1
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1
3	Post-process	1

New Save Delete

**Step Recipe**

Step List

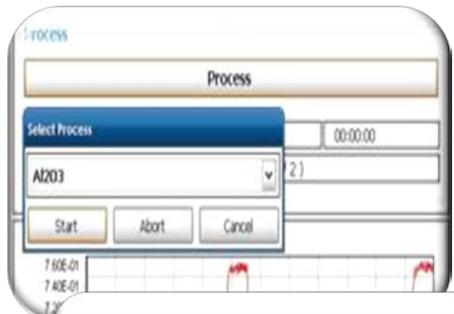
Step Number	1	2	3	4
<b>Step Name</b>	TMA Pulse	TMA Purge	H <sub>2</sub> O Pulse	H <sub>2</sub> O Purge
<b>N<sub>2</sub> Gas Flow</b>	50	50	50	50
<b>Pulse</b>	0	0	0	0
<b>A Source</b>				
<b>Assist Pulse</b>	0	0	0	0
<b>Pulse</b>	0	0	0	0
<b>B Source</b>				
<b>Assist Pulse</b>	0	0	0	0
<b>C Source Pulse</b>	0.2	0	0	0
<b>H<sub>2</sub>O Source Pulse</b>	0	0	0.2	0
<b>O<sub>2</sub> Gas Flow</b>	0	0	0	0
<b>Source Pulse</b>	0	0	0	0
<b>Exposure Time</b>	0	0	0	0
<b>Purge Time</b>	0	10	0	10

New Save Delete

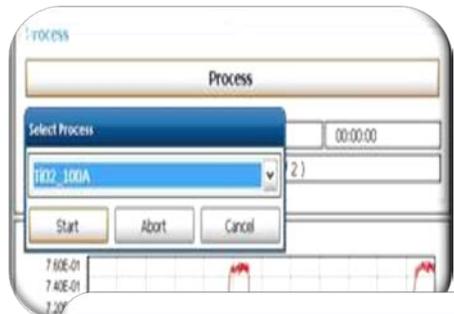
- C Source 에 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 공정을 위한 TMA(Tri-methyl Aluminum)가 장착되어 있고 Reactant Source 로는 H<sub>2</sub>O 를 사용한다고 가정 -

- N<sub>2</sub> Purge Gas 는 항상 50 sccm 이 Flow 되고 있다.
- 아래의 Flow 에 따라 1 cycle 의 공정이 진행된다.
- (1) TMA Source 가 0.2 초 Pulse 한다.
- (2) 연속으로 10 초 동안 Purge 한다.
- (3) H<sub>2</sub>O Source 가 0.2 초 Pulse 한다.
- (4) 연속으로 10 초 동안 Purge 한다.
- 위의 Flow 에 따라 Process Recipe 상의 반복 공정을 연속적으로 수행하면 된다.

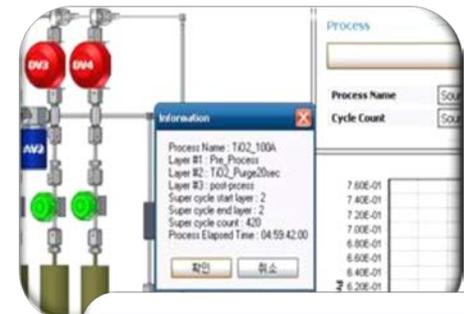
## 5. Recipe 선택 및 공정



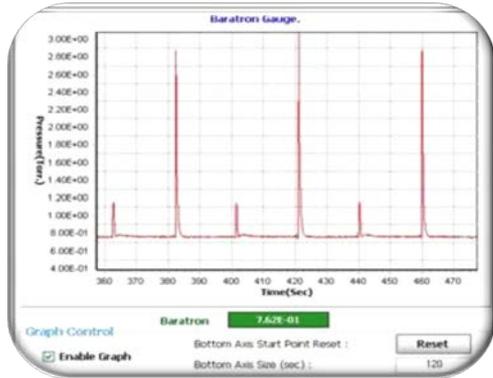
(1) Process icon을 클릭  
→ Select process창



(2) 원하는 공정 선택  
(ex, TiO2\_100 Å)\_START



(3) Information process  
→ 공정 조건 확인



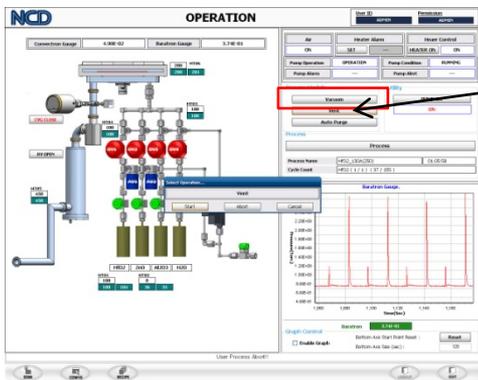
### - Plotter Screen -

공정 진행 중에는 precursor가 공급 된 이후 purge time동안 Baratron Gauge가 공급 이전의 값으로 돌아오는지 확인해야 한다.

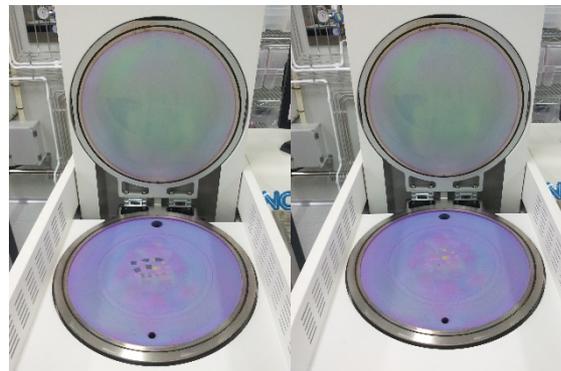
만약 Gauge값이 공급 이전 값으로 돌아오지 않는다면 Purge time이 부족한 것이다.

## 6. Sample unloading

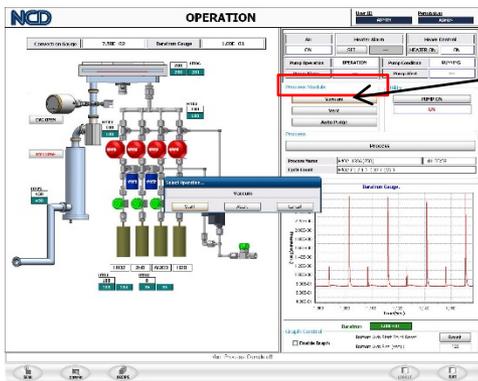
1. Vent icon 클릭하여 Chamber vent 시킴. 2. Chamber Center부에 sample loading.



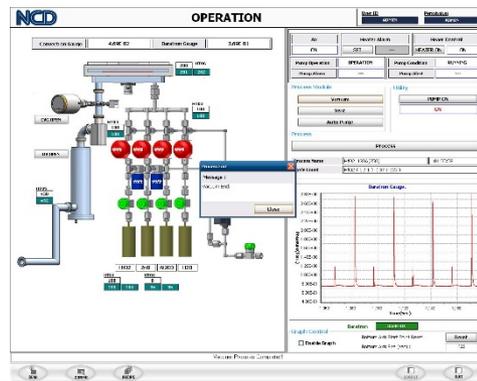
Chamber vent  
( $>7.2 \times 10^{-2}$ )



3. Vacuum icon 클릭하여 Chamber pumping 시킴.



Chamber pumping  
( $<5.0 \times 10^{-2}$ )



## 7. Manual valve close

공정 전 반드시 증착하려는 물질의 Precursor와 DI 소스용기(Canister)의 Manual valve를 Close 상태로 유지.



Source Cabinet Part

TEMAHf or TTiP

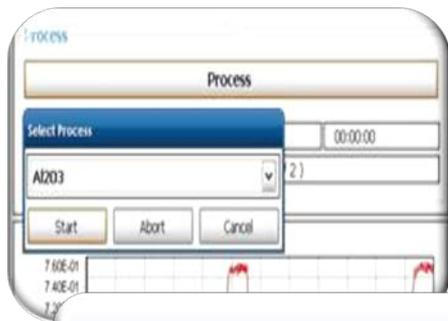
DEZ

TMA

H<sub>2</sub>O



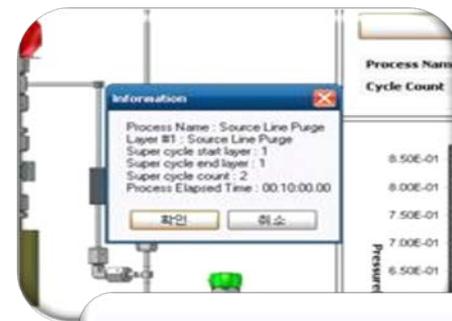
## 8. Line purge



(1) Process icon을 클릭  
→ Select process창



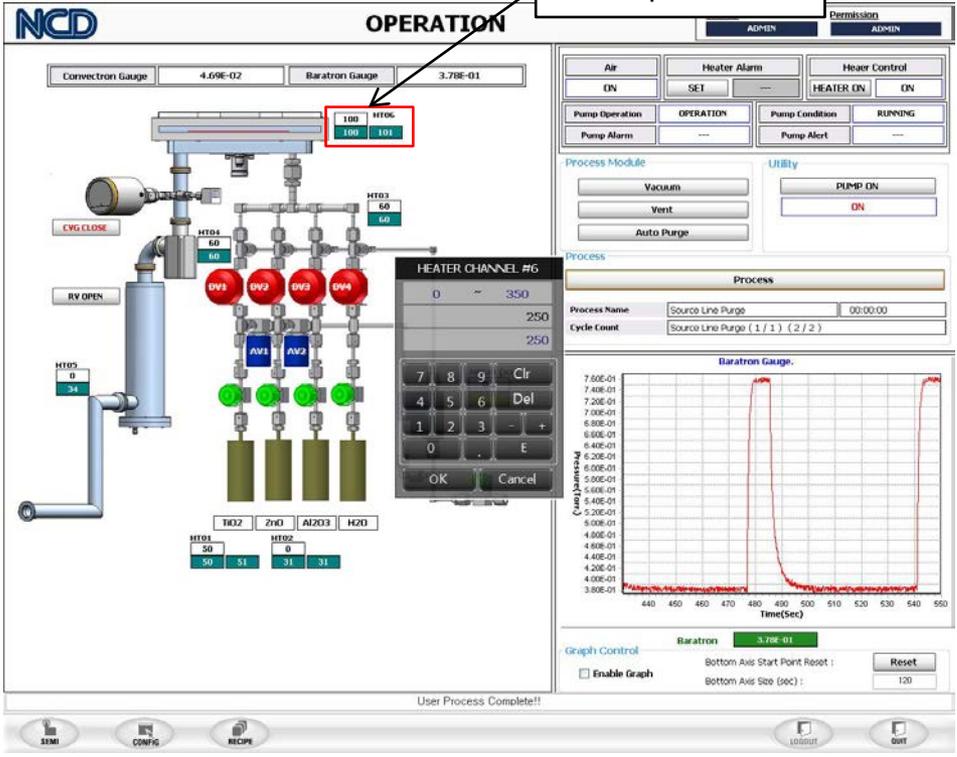
(2) Source line purge  
→ START



(3) Information process  
→ 공정 조건 확인

## 9. Heater setting

Temp. Control



The screenshot shows the 'OPERATION' screen of the NCD system. On the left is a schematic of the reactor system with various gauges and valves. A callout box highlights the 'HT06' gauge, which is set to 100. In the center, a 'HEATER CHANNEL #6' keypad is visible, showing a temperature of 250. On the right, there are control panels for 'Air', 'Heater Alarm', 'Heater Control', 'Pump Operation', and 'Process Module'. At the bottom right, a 'Baratron Gauge' graph shows a pressure spike during a 'Source Line Purge' process.

Line purge 공정이 끝난 후에는 반드시 챔버 및 가스 라인, 소스용기의 온도를 내려주어야 한다.

	주중	주말
HT01	500	50
HT03	100	60
HT04	100	60
HT05	450	0
HT06	100	100

-주중/주말 온도-

# 감사합니다

문의 사항 : 이 루 다

([luda30159@unist.ac.kr](mailto:luda30159@unist.ac.kr) /217-4022)