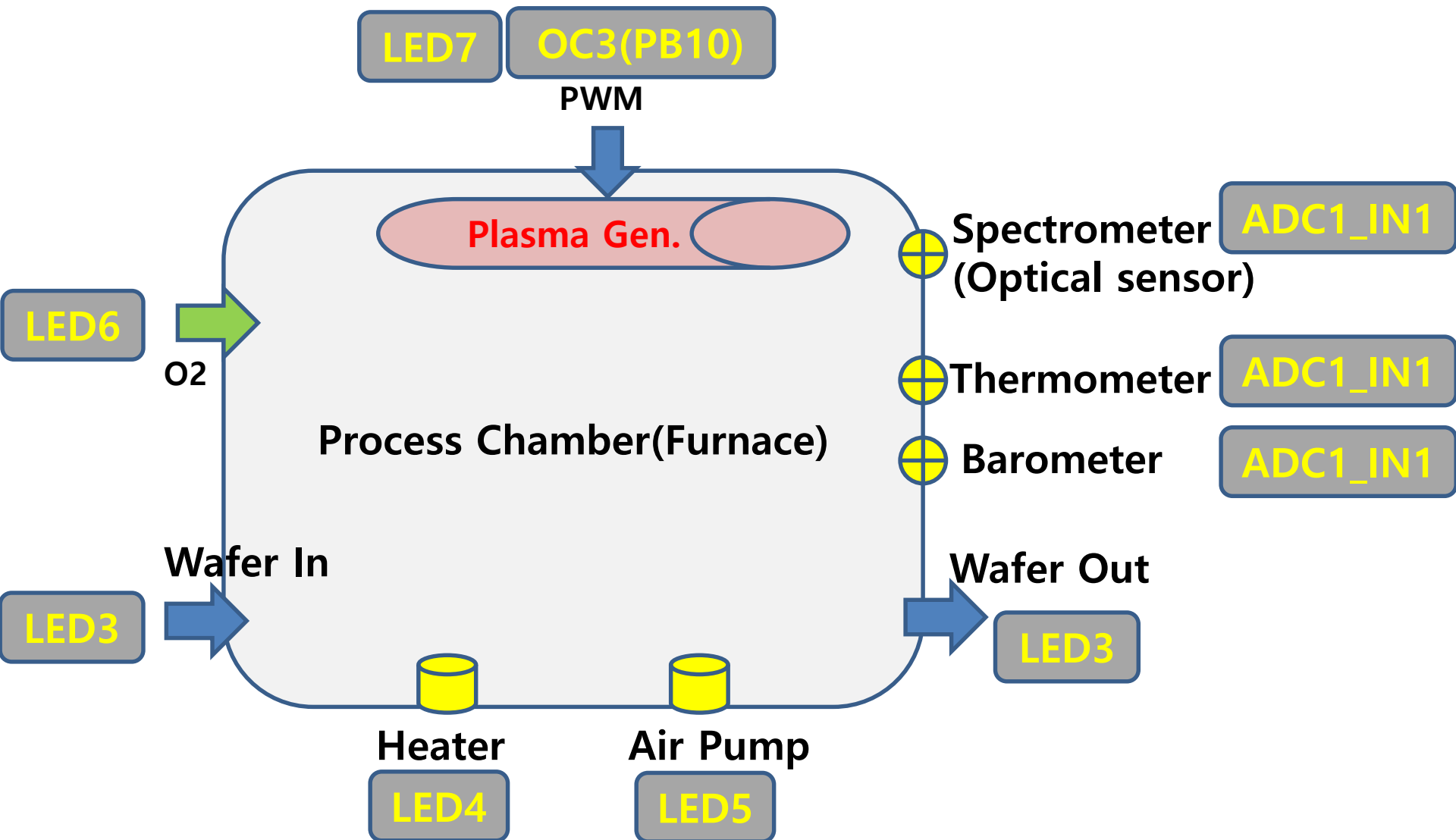
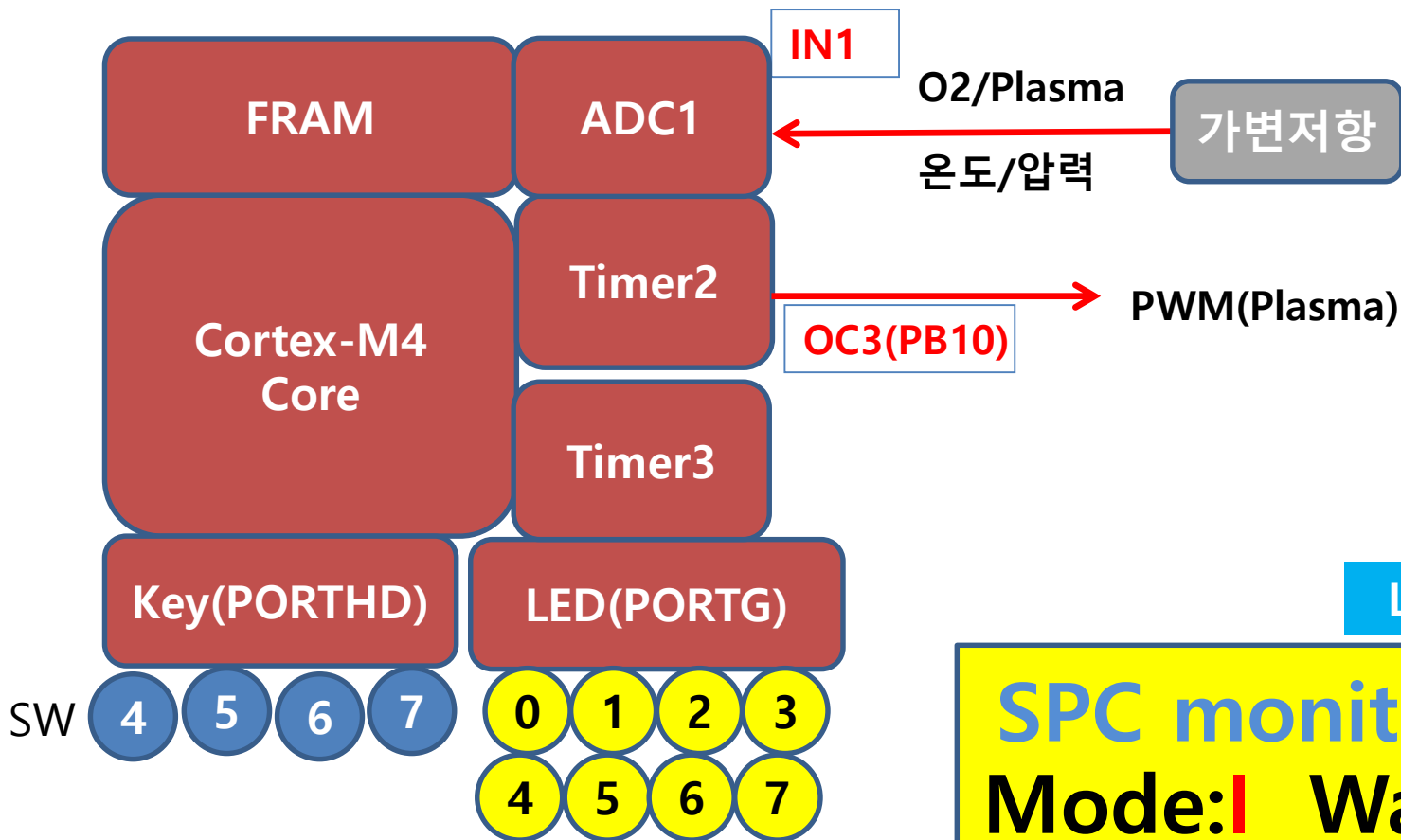


# PR2. 반도체 공정제어기

## (Semiconductor Processing Controller)





LCD

SPC monitor

Mode:I Wafer:E

\*TE:1.0s 0.0s

PR:0.5s 0.0s

O2:0.0s 0.0s

DR:1

\* ADC 작동은 SWSTART를 사용하여 인터럽트 또는 폴링으로 처리

- 개요: 웨이퍼가 들어와서 여러 화학공정을 거치는 반도체 공정장비의 process chamber 내부를 제어하는 프로세스 제어 프로그램을 작성한다. 본 시스템에서 다루는 리소스(resource)는 wafer, heater, air pump, O2(산소), plasma이고, 동작순서는 다음과 같다.

- (1) Wafer IN
- (2) Heater ON
- (3) Air pump ON
- (4) O2 ON
- (5) Plasma ON
- (6) Wafer Out

- 화면 설명

- Mode: 제어기 셋업(I) 및 동작 상태(R)
- Wafer: wafer가 챔버 안에 있는지?( E(mpty) or W(orking) )
- TE: 온도 크기(지속시간), 초기값:1.0s
- PR: 압력 크기(지속시간), 초기값:0.5s
- O2: 산소 농도(투입시간), 초기값:0.0s
- DR: plasma 세기, 초기값:1

<초기 화면>

LCD

SPC monitor

Mode:I Wafer:E

\*TE:1.0s 0.0s

PR:0.5s 0.0s

O2:0.0s 0.0s

DR:1

## <Mode와 입력스위치 설명>

### ●Mode:

- 'I' 모드: 입력모드(온도, 압력, 산소, 플라즈마 크기/농도/세기를 입력/저장)
- 'R' 모드: 실행모드(입력된 인자를 읽어 프로세싱 실행)

### ●입력스위치 기능 설명

- SW5: 모드 변환(입력('I')모드  $\leftrightarrow$  실행('R')모드)
- SW6: 각 모드에서 세부 프로세스 시작

\*입력모드에서는 입력시작:

온도값 입력  $\rightarrow$  압력값 입력  $\rightarrow$  O2 농도값 입력  $\rightarrow$  Plasma 세기 입력

\*실행모드에서는 실행시작:

Heater ON  $\rightarrow$  Air pump ON  $\rightarrow$  O2 투입  $\rightarrow$  Plasma ON

- SW7: 입력모드에서 세부입력모드간의 변경(온도값 입력  $\rightarrow$  압력값 입력  $\rightarrow$  O2 농도값 입력  $\rightarrow$  Plasma 세기 입력  $\rightarrow$  온도값 입력)
- SW4: 세부입력모드에서 입력값 결정 및 저장

## <동작 설명>

- S1: 초기에는 입력모드 실행 ('I') (LCD 'I', LED0 ON, LED1 OFF) (step 3~6까지)
- S2: SW6 를 누르면 세부명령 입력모드 시작(LED2 ON, 온도값 입력부터 시작하는데 시작하려면 SW6 입력하고 뒤이어 SW7 입력)

### ●S3: 온도값 입력(SW7 click)

- Heater ON: LED4 ON(다른 LED는 상태유지)
- LCD 'TE' 앞에 '\*' 표시
- 가변저항(ADC1\_IN1)에 따라 "T:1.0s" 시간이 변한다(영역: 1.0~4.0s).
- ADC(12비트, 0~4095)값 전체영역을 7등분하여 최소구간(0~4095/7)은 1.0s, 최대구간(4095\*6/7~4095)은 4.0s 되도록 0.5s 간격으로 환산
- \* ADC 작동은 SWSTART를 사용하여 인터럽트 또는 폴링으로 처리(다른 입력 모드도 마찬가지)
- SW4을 누르면 현재의 시간 확정/FRAM(1203번지)에 저장(저장방식:1.5s이면 15 저장)
- \* 온도값 입력중 압력,산소농도,Plasma값은 가변저항변화에 따라 변하지 않음
- \* 시간은 Heater 가동시간을 의미, Heater 가동시간은 온도에 비례
- SW7을 누르면 다음 세부입력모드인 압력값입력 상태로 변경(LED4 OFF, '\*' 삭제)
- \* 처음 실행시에 반드시 FRAM에 각 입력값 영역중 한가지 값을 입력하여 FRAM에 쓰레기값이 없도록 함.

## ●S4: 압력값 입력 (SW7 click)

- Air Pump ON: LED5 ON (다른 LED는 상태유지)
  - LCD 'PR' 앞에 '\*' 표시
  - 가변저항(ADC1\_IN1)에 따라 "P:0.5s" 숫자가 변한다(영역:0.5~3.5s).
  - ADC(12비트, 0~4095)값 전체영역을 7등분하여 최소구간(0~4095/7)은 0.5s, 최대구간(4095\*6/7~4095)은 3.5s 되도록 0.5s 간격으로 환산
  - SW4을 누르면 현재의 시간 확정/FRAM(1204번지)에 저장(저장방식:1.5s이면 15 저장)
- 
- \* 압력값 입력중 온도,산소농도,Plasma값은 가변저항변화에 따라 변하지 않음
  - \* 시간은 Air Pump 가동시간을 의미, Air Pump 가동시간은 압력에 반비례
- 
- SW7을 누르면 다음 세부입력모드인 산소값입력 상태로 변경(LED5 OFF, '\*' 삭제)

## ●S5: O2값 입력 (SW7 click)

- O2 투입: LED6 ON (다른 LED는 상태유지)
- LCD 'O2' 앞에 '\*' 표시
- 가변저항(ADC1\_IN1)에 따라 "O:0.0s" 시간이 변한다(영역: 0.0~3.0s).
- ADC(12비트, 0~4095)값 전체영역을 7등분하여 최소구간(0~4095/7)은 0.0s, 최대구간(4095\*6/7~4095)은 3.0s 되도록 0.5s 간격으로 환산
- SW4을 누르면 현재의 시간 확정/FRAM(1205번지)에 저장(저장방식:1.5s이면 15 저장)

\* O2값 입력중 온도(T),압력(P),Plasma 값은 가변저항변화에 따라 변하지 않음

\* 시간은 O2 투입시간을 의미, O2투입시간은 O2 농도에 비례

- SW7을 누르면 다음 세부입력모드인 플라즈마세기값입력 상태로 변경(LED6 OFF, '\*' 삭제)

## ●S6: Plasma 세기 입력 (SW7 click)

- Plasma ON: LED7 ON (다른 LED는 상태유지)
  - LCD 'DR' 앞에 '\*' 표시
  - 가변저항(ADC1\_IN1)에 따라 DR값이 변화(예: DR:0 $\leftrightarrow$ DR:1 $\leftrightarrow$ ... $\leftrightarrow$ DR:9 $\leftrightarrow$ DR:0)
  - ADC(12비트, 0~4095)값 전체영역을 10등분하여 최소구간은 DR:0, 최대구간은 DR:9 되도록 환산
  - SW4을 누르면 현재의 세기 확정/FRAM(1206번지)에 저장(저장방식:DR:5이면 5 저장)
    - \* Duty ratio(DR):1이면 PWM 10%
    - \* Plasma 값 입력중 온도, 압력, O2값은 가변저항변화에 따라 변하지 않음
  - SW7을 누르면 다음 세부입력모드인 온도값입력 상태로 변경(LED7 OFF, '\*' 삭제)
- 
- 세부 입력모드에서 빠져나오려면 SW6을 누른다(LED2 OFF)
  - 세부 입력모드 중간 (예: 산소값 입력모드) 에서 빠져 나올 수 있다.
  - 세부 입력모드에서 SW6을 입력하지않고 바로 SW5 입력할 수 없다(입력해도 무시)
  - 다시 세부입력모드로 들어가려면 SW6을 입력하고(LED2 ON),
  - 실행모드(R mode)로 가려면 SW5를 입력한다(LCD 'R' 표시, LED1 ON, LED0 OFF)



## ●S7: 실행모드변환

: SW5를 입력하면 입력모드('I')에서 실행모드('R')로 변경, LED0 OFF, LED1 ON

●S8: 실행시작 명령: SW6을 입력(LED2 ON)하고 FRAM에 저장된 값을 read 하여 실행. 실행순서는 다음과 같음

**(1) Wafer IN: LED 'E'→'W', LED3 ON**

**(2) Heater ON: LED4 ON, LCD 'TE' 앞에 '\*' 표시**

- ON 시간(FRAM 1203번지 내용((예)TE:1.0s이면 1.0s, FRAM(1203번지)에는 10 저장))을 read
- 이 값만큼의 시간을 유지하기 위해 Timer3를 이용한다.
- Timer3의 UI 인터럽트(또는 CC인터럽트) 주기를 0.1초로 하고 바로 무한루프(while(flag) 문장 이용)에 들어간다.
- 0.1초 후에 인터럽트가 발생하면 화면에 0.1초 증가하도록 표시(ON 시간(예: 2.0s) 이 될 때까지)
- ON 시간이 되면 인터럽트 루틴에서 특정 플래그 변수(flag)를 변하게 하여 무한루프를 빠져나오게 한다.
- 무한루프 빠져나오면서 LED4 OFF, '\*' 삭제

### **(3) Air pump ON : LED5 ON, LCD 'PR' 앞에 '\*' 표시**

- ON 시간(FRAM 1204번지 내용((예)PR:1.0s이면 1.0s, FRAM(1204번지)에는 10 저장))을 read
- 이 값만큼의 시간을 유지하기 위해 Timer3를 이용한다.
- Timer3의 UI 인터럽트(또는 CC인터럽트) 주기를 0.1초로 하고 바로 무한루프(while(flag) 문장 이용)에 들어간다.
- 0.1초 후에 인터럽트가 발생하면 화면에 0.1초 증가하도록 표시(ON 시간(예: 2.0s) 이 될 때까지)
- ON 시간이 되면 인터럽트 루틴에서 특정 플래그 변수(flag)를 변하게 하여 무한루프를 빠져나오게 한다.
- 무한루프 빠져나오면서 LED5 OFF, '\*' 삭제

### **(4) O2 ON: LED6 ON, LCD 'O2' 앞에 '\*' 표시**

- (2),(3)과 같은 방식으로 처리
- 단 O2 On 시작과 동시에 Plasma 도 동시에 ON!!

## **(5) Plasma ON: PWM 발생, LED7 ON, LCD 'DR' 앞에 '\*' 표시**

- TIM2\_CH3 PWM 모드 이용(PSC:8400, 주기:2s, 출력핀: PB10)
- DR은 FRAM 1206번지 내용
- PWM 유지하는 시간은 현재의 O2값(FRAM 1205번지 내용, 예: O:0.5s 일때 0.5s)

\* 즉 LED6과 LED7은 동시에 ON 되었다가 동시에 OFF

- O2 ON 시간만큼 유지하고 그 시간이 지나면 DR을 0으로 하여 PWM 신호 발생 차단
- 중단되면 LED7 OFF, '\*' 삭제

## **(6) Wafer Out: 'W'→'E', LED3 OFF**

●S9: 실행이 끝나면 SW6을 입력하여 중단을 확실히 함(LED2 OFF)

- 다시 SW6을 누르면 실행을 다시 할 수 있음(LED2 ON)
- 입력모드로 변경하고자 하면 SW5를 입력한다(LED0 ON, LED1 OFF)

- Reset시 초기에 FRAM 값을 읽어 해당 값을 화면에 표시함. (Mode는 'I', Wafer는 'E' 표시)