



반도체공정장비

#1 반도체공정장비개요

전기전자공학부
김도영



반도체공정장비

- 반도체의 정의
 - 원래는 거의 전기가 통하지 않지만 빛이나 열 또는 불순물을 가해주면 전기가 통하고 또한 조절도 할 수 있는 물질
- 반도체의 산업적인 의미
 - IC (integrated circuit), 집적회로를 설계하고 제조하는 산업

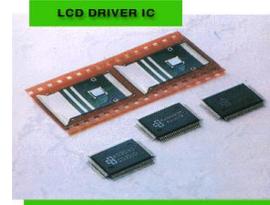
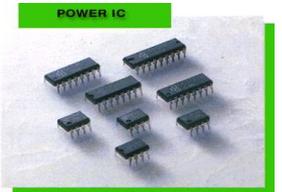
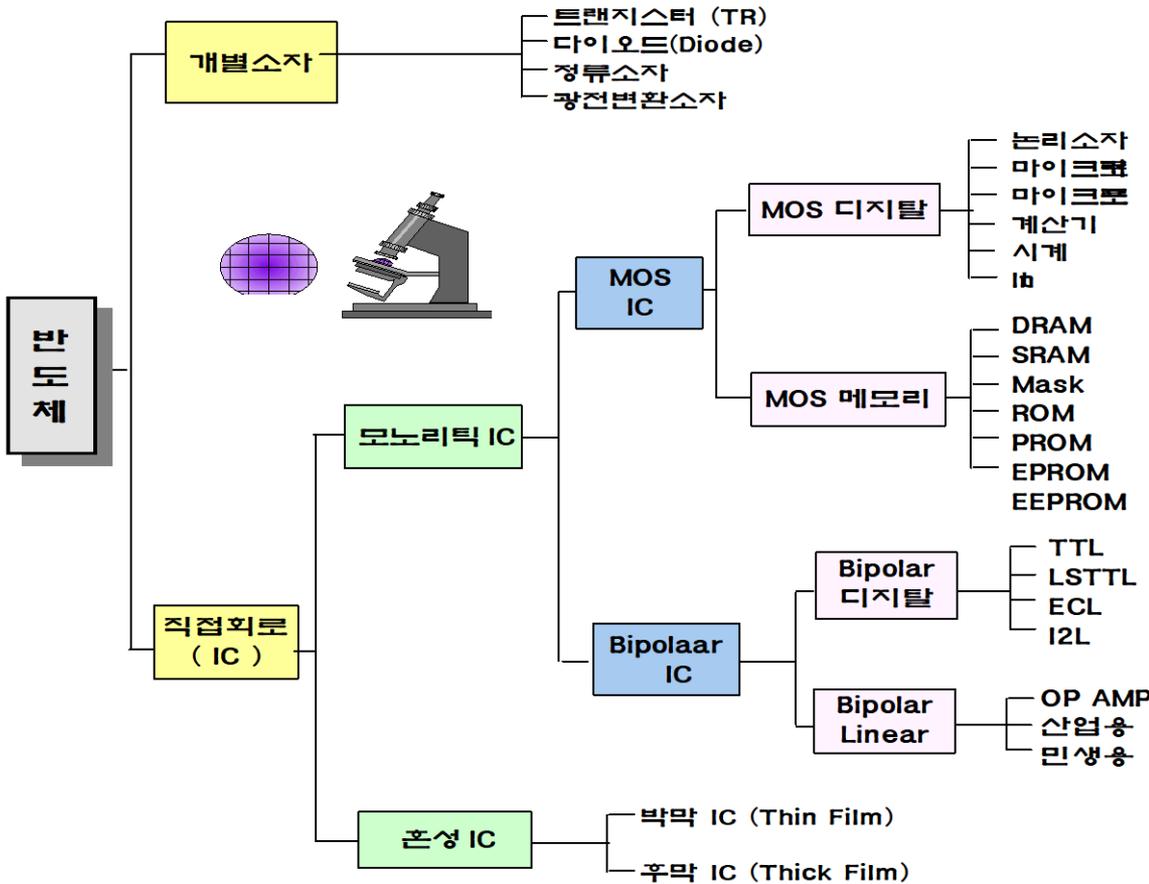




반도체공정장비

• 반도체 제품의 종류

※ 반도체 (半導體)의 제품 분류





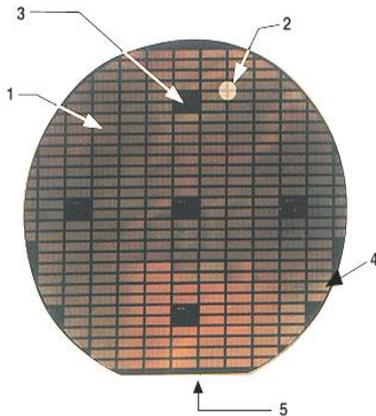
반도체공정장비

• 반도체의 3대 원재료

웨이퍼(wafer)

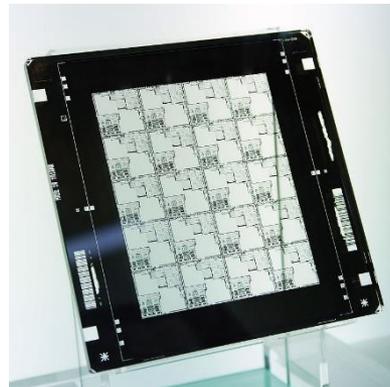
반도체물질로 만들어진 얇고 둥근 조각.

이 위에 집적회로를 만들어 놓게 된다. 현재 반도체 회사는 주로 실리콘 웨이퍼를 사용하고 있으며, 직경크기에 따라 4", 5", 6", 8", 12"를 사용하고 있다.



마스크(mask/reticle)

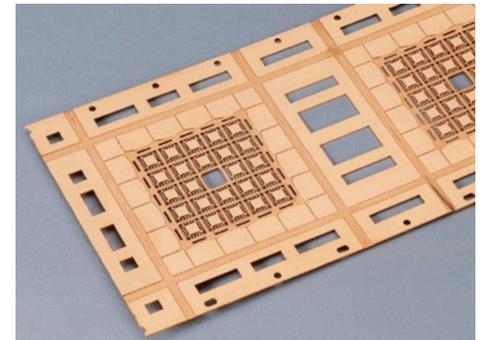
웨이퍼 위에 만들어질 회로 패턴의 모양을 각 층(layer)별로 유리판 위에 그려 놓은 것으로 사진공정시 스텝퍼(Stepper/반도체 패턴 카메라)의 사진 건판으로 사용된다.



리드 프레임(lead frame)

보통 구리로 만들어진 구조물로서, 조립공정시 칩이 이 위에 놓여지게 되며 가는 금선(金線)으로 칩과 연결된다.

이렇게 하여 IC칩이 외부와 전기신호를 주고 받게 되는 것이다.





반도체공정장비

- 반도체공정장비란 집적회로를 제작하는 시스템
 - 공구사용법
 - 계측기사용법
 - 기구의 분해 및 조립
 - 유지보수 : 에러조치 및 정비기술
 - PM : preventive maintenance
 - 반도체설비엔지니어 : 반도체공정장비에 대한 PM 과 유지보수를 진행하는 직업



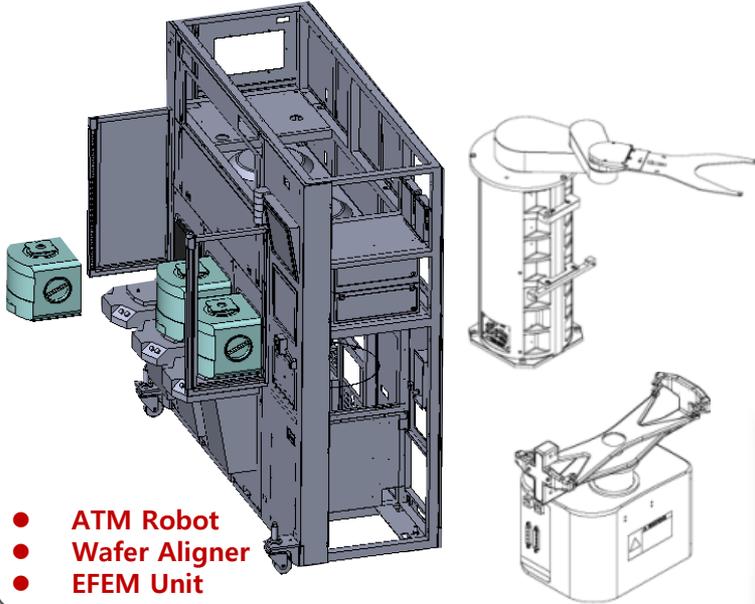


반도체공정장비

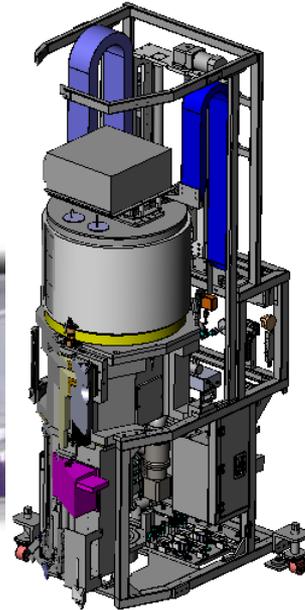
- 설비엔지니어가 갖추어야 할 핵심기술
 - 전장기술
 - 전기전자부품을 포함한 하드웨어 구성기술
 - 제어기술
 - 시퀀스 및 PLC를 포함한 소프트웨어 구성기술
 - 로봇기술
 - 모터와 제어(위치,속도)가 융합된 고급기술
 - 전장과 제어기술이 기초가되는 4차산업의 핵심
 - 기구설계기술
 - 부품에 대한 도면 및 치수를 설계하고 모니터링

반도체공정장비 5대요소

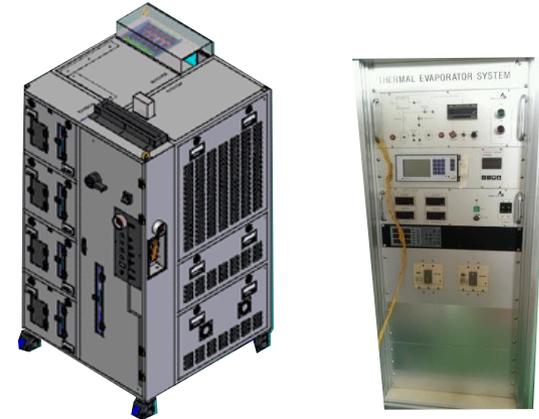
Wafer Loading Unit (EFEM)



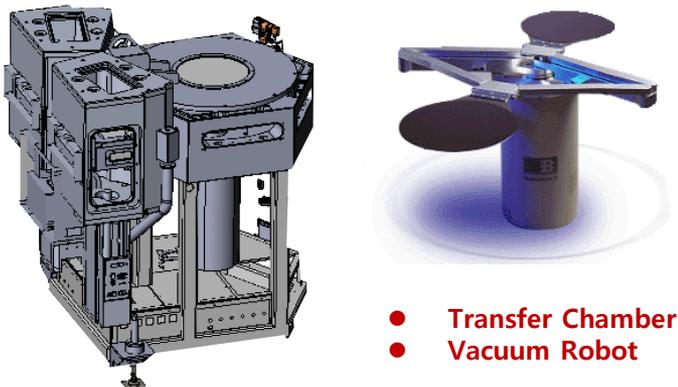
Process Module 구성 완료



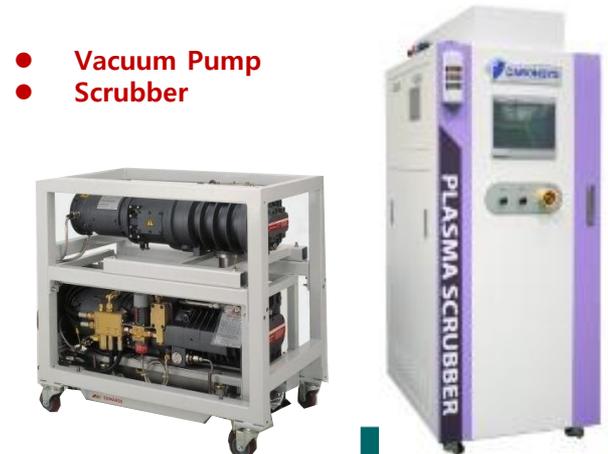
Power & Control Unit



Wafer Transfer Unit

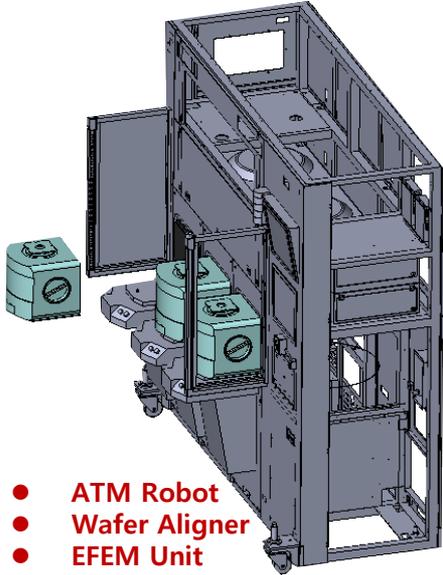


Vacuum & Scrubber Unit



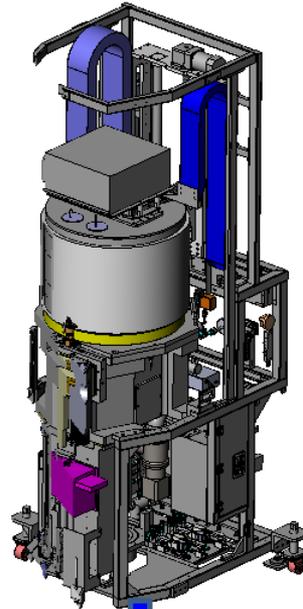
반도체공정장비 5대요소

Wafer Loading Unit (EFEM)

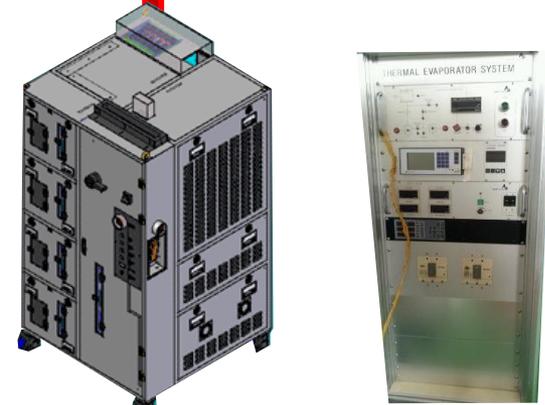


- ATM Robot
- Wafer Aligner
- EFEM Unit

Power 공급 & Control
Process Module
구성 완료

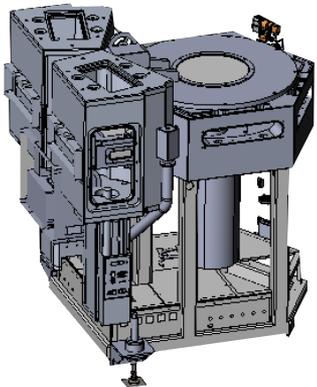


Power & Control Unit



- Main Power Box
- Remote Control Rack

Wafer Transfer Unit



Transfer Module
Docking

EFEM Docking

- Transfer Chamber
- Vacuum Robot

Vacuum & Scrubber Unit

- Vacuum Pump
- Scrubber

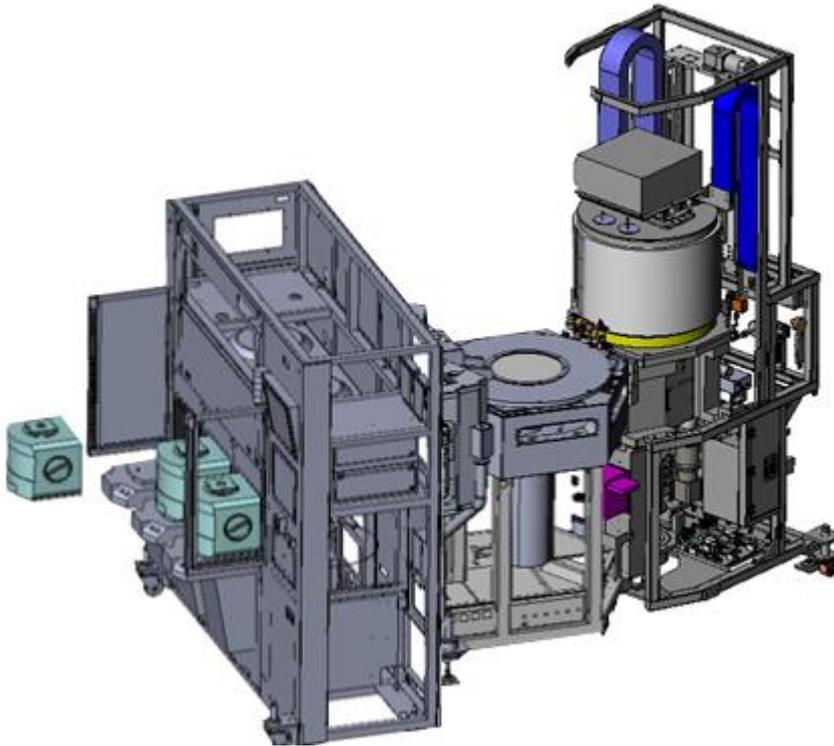


Vacuum 유지 & Gas 중화

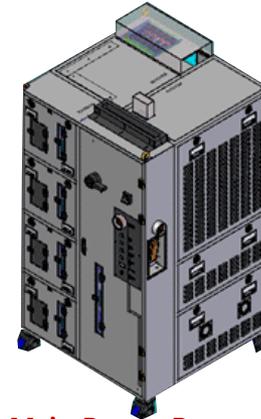


반도체공정장비 5대요소

- 반도체공정장비구성



Power & Control Unit



- Main Power Box
- Remote Control Rack

Vacuum & Scrubber Unit

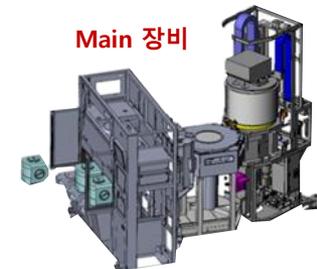
- Vacuum Pump
- Scrubber





반도체공정장비 5대요소

- 클린룸 구성



Main Power Box



Control Rack



Pump



Scrubber



반도체공정장비 5대요소

전기 공급 설비



Air 공급 설비



Gas 배기 설비



GN2 공급 설비



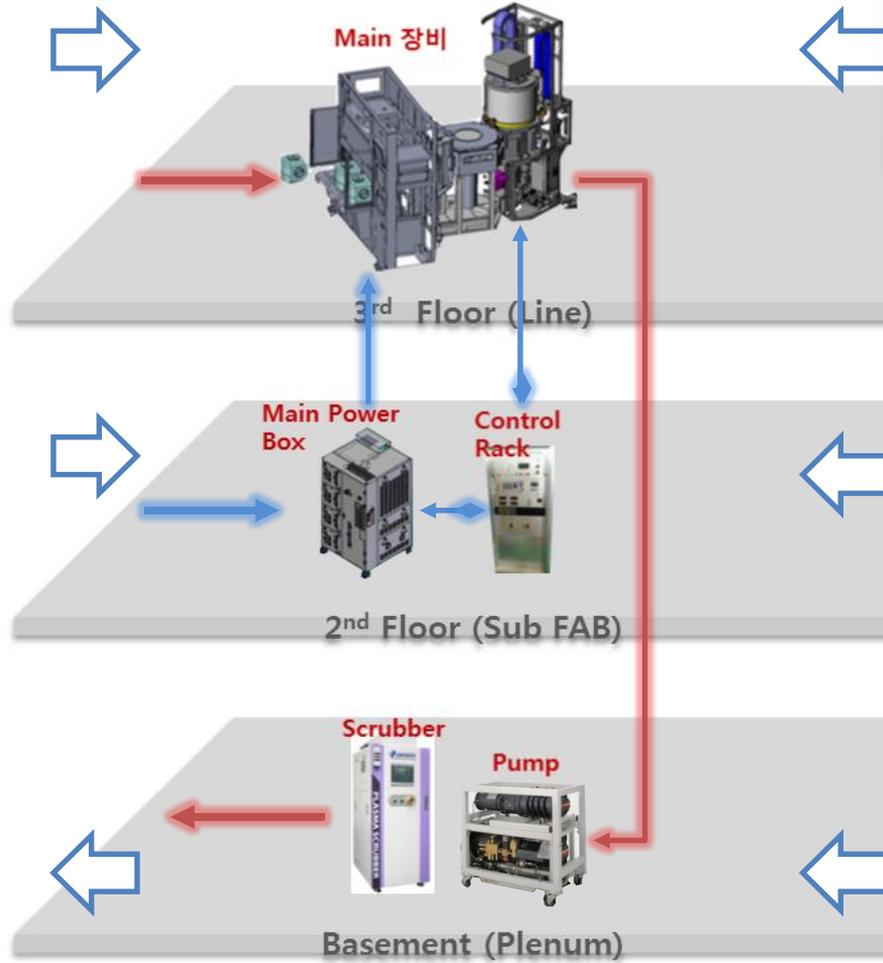
냉각수(PCW) 공급 설비



공정 Gas 공급 설비



• 유틸리티 구성



반도체공정장비 5대요소

전기 공급 설비



Air 공급 설비



Gas 배기 설비



GN2 공급 설비



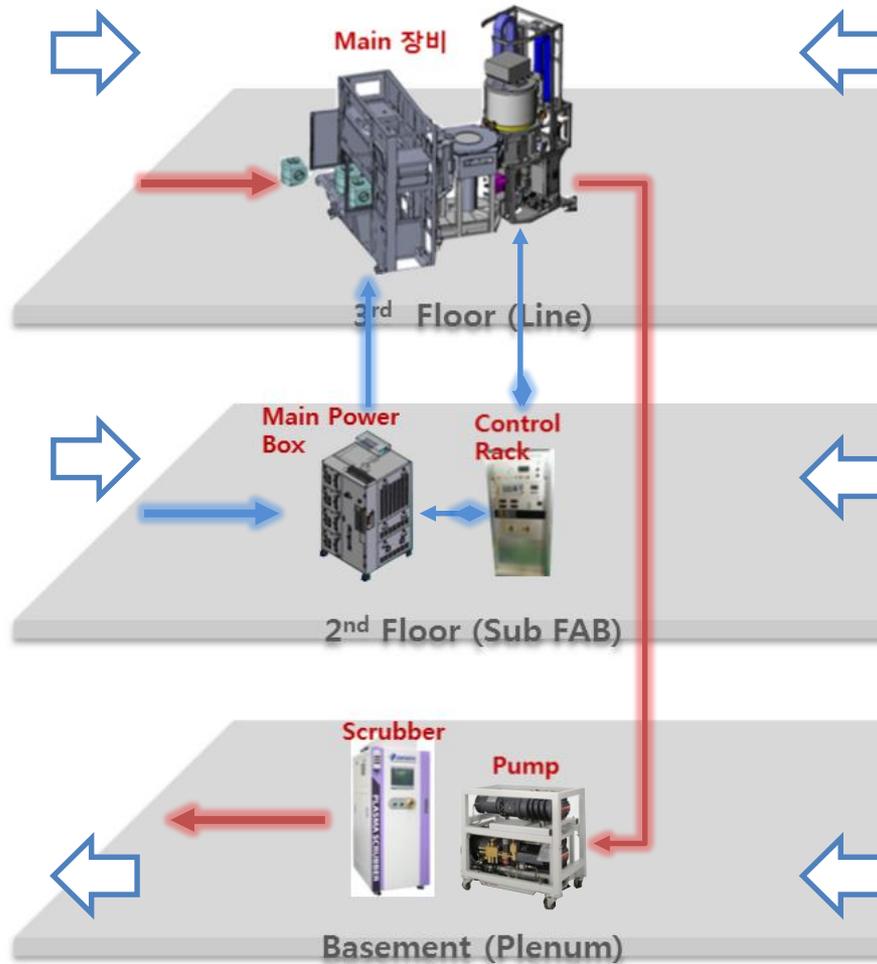
냉각수(PCW) 공급 설비



공정 Gas 공급 설비



• 유틸리티 구성

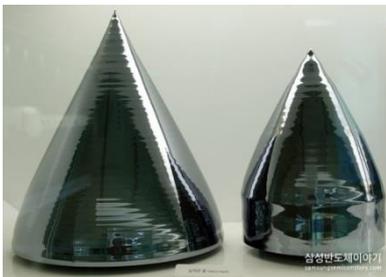
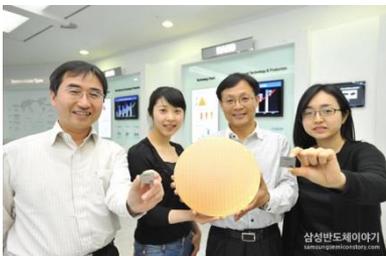




반도체 8대 공정(핵심공정)

- 반도체 8대 공정 (www.samsungsemiconstory.com)

1. 웨이퍼 제조공정



2. 산화공정

실리콘 표면

실리콘 표면노출

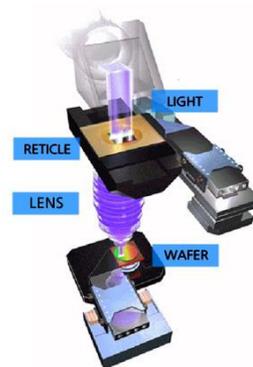
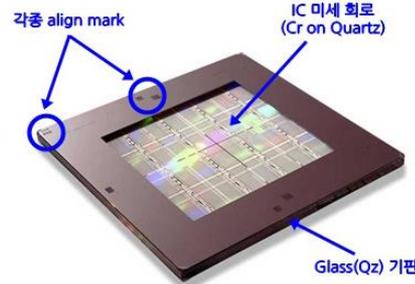


산화막
실리콘 표면

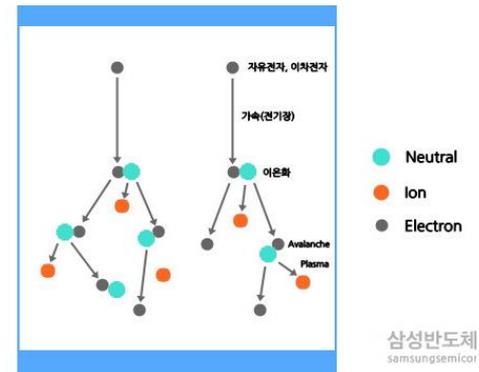
실리콘 표면보호

삼성반도체
samsungsemicon

3. 포토공정



4. 식각공정

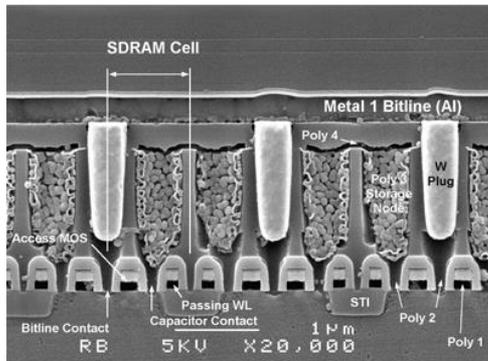
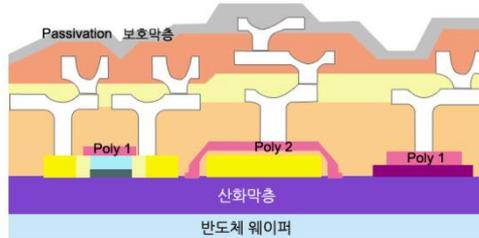




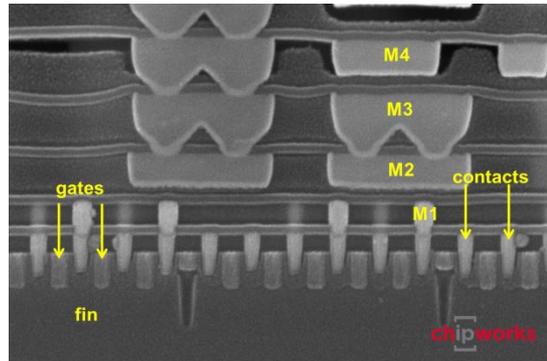
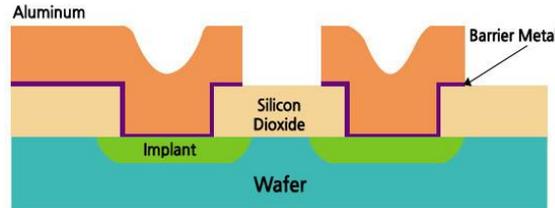
반도체 8대 공정(핵심공정)

- 반도체 8대 공정 (www.samsungsemiconstory.com)

5. 박막공정, 이온주입공정

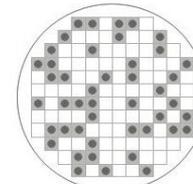


6. 금속배선공정

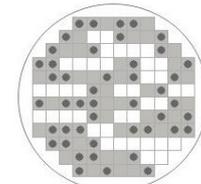


7. EDS(Electrical Die Sorting)

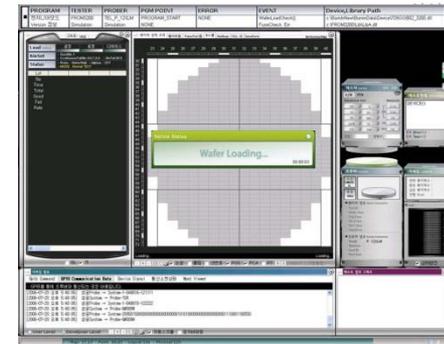
$$\frac{\text{실제 생산된 정상 칩 수}}{\text{설계된 최대 칩 수}} \times 100 = \text{수율(Yield)}$$



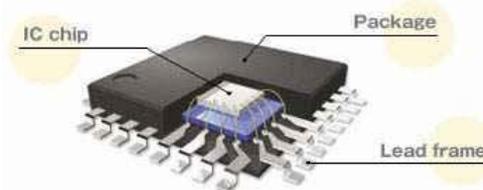
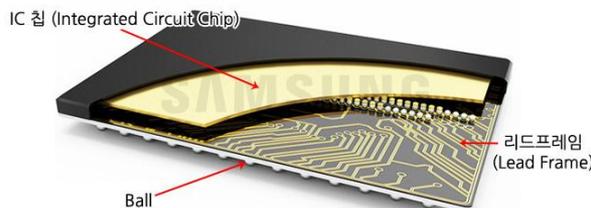
(a) 약 60% 수율



(a) 약 30% 수율



8. 패키징공정





반도체 8대 공정 (IC 제작 공정)

1. Wafer



- 규소 기둥모양 단결정에서 웨이퍼 생성

2. 회로 설계



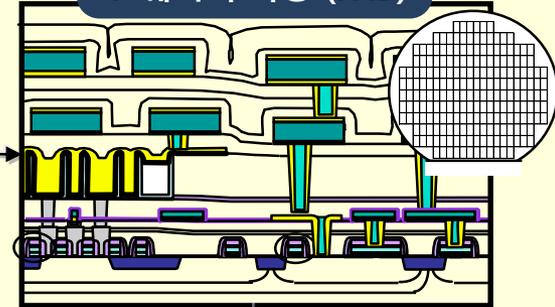
- 웨이퍼 상에 구현될 회로 설계

3. 마스크 제작



- 설계된 회로를 유리 마스크로 제작

4. 웨이퍼 가공 (FAB)



- 약 500여가지 공정을 통하여 Wafer상에 Chip단위의 회로 구현

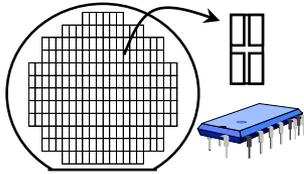
Back End

5. 웨이퍼 검사



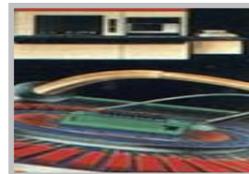
- 웨이퍼 상태에서 칩의 양품/불량품을 검사 과정

6. 패키지



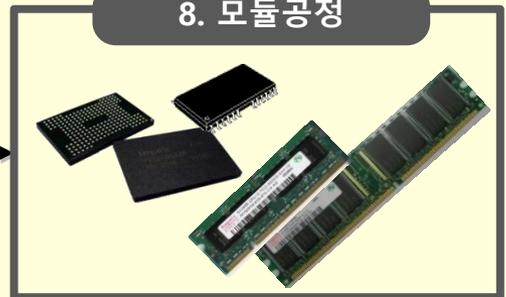
- 웨이퍼 칩을 잘라서 완제품을 만드는 과정

7. 패키지 검사



- 완성된 제품의 동작 여부를 검사하는 과정

8. 모듈공정





반도체생산 장비

공정명	설비명
확산 Diffusion	Furnace / RTP / IMPLANT

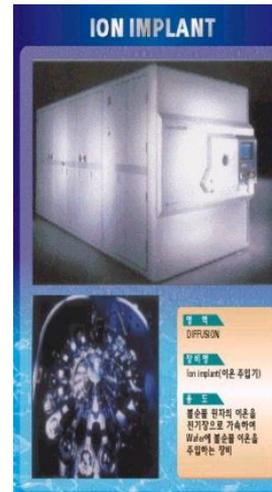


"확산"이란 한 물질이 어떤 다른 물질 속으로 퍼져나가는 것을 말한다.

맑은 물위에 잉크를 떨어뜨리면 물속으로 잉크가 퍼져 나가는 것을 볼 수 있다. 그러나 반도체 공정에서는 이러한 액체간의 확산이 아니라, 고체간의 확산이 이루어지며, 빠른 확산을 위해 환경을 고온처리 해주어야 한다.

이처럼 고온의 환경을 만들어주는 설비가 Furnace이다.

용광로를 사용하는 제철소와는 달리 반도체라인에서는 석영관에 코일을 감은 전기로를 사용하며 웨이퍼를 집어 넣는 방식에 따라 수평식 (Horizontal)과 수직식 (Vertical)의 두 가지가 있다.



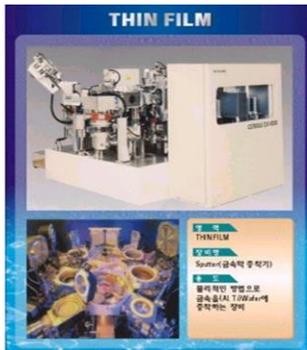
이온주입장치. 불순물주입공정에 사용되는 설비로서 불순물 원자이온을 고속으로 가속하여 웨이퍼 속으로 주입해주는 장치.

가속에너지 정도에 따라 High Current / High Energy Implanter 와 Medium Implanter가 있다.



반도체생산 장비

공정명	설비명
박막 (Thin Film) 화학기상증착 (CVD) / CMP	Sputter / TI, Al AP/LP/PE-CVD



PVD란 금속증착장치를 이용한 알루미늄(AL)원자를 웨이퍼 표면에 물리적으로 Sputter하여 금속막을 얇게 부착시켜 소자간에 연결배선을 만들어주는 설비.



CMP란 Polishing이라고 하며 Wafer를 연마포(Pod) 표편위에 접촉 하도록한 상태에서 연마액(Slurry)을 공급하여 Wafer표면을 화학적으로 반응시키면서 Patten과 Carrier를 상대운동 시켜 물리적으로 Wafer표면의 요철부위를 평탄화 시키는 공정.



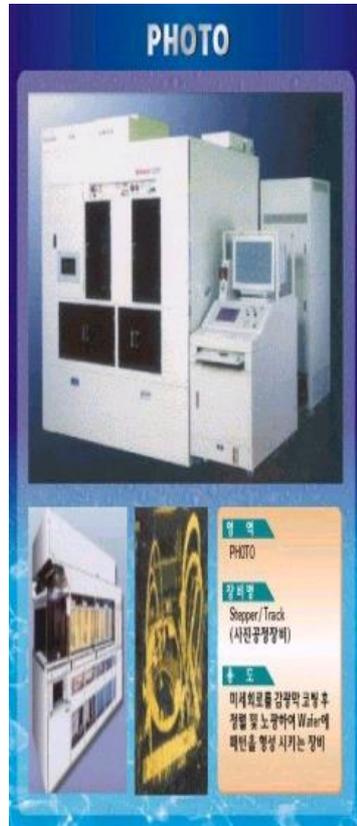
CVD란 Chemical Vapor Deposition의 약자로서 보호막을 만들 때 사용되는 공정을 의미하지만, 설비를 지칭할 때도 사용된다.

AP, LP, PE등의 공정환경을 의미하는 약어를 붙여 구분하는데 AP는 대기압(Atmospheric Pressure) LP는 저압 (Low Pressure) PE는 플라즈마(Plasma Enhanced)를 의미한다.



반도체생산 장비

공정명	설비명
사진 (Photo)	Coater/Stepper/Align/ Developer



감광액(PR:Photo Resist) 도포설비.

웨이퍼 표면에 감광액을 고르게 도포해주는 설비.

반도체제조용 카메라.

자외선(UV선)을 이용하여 마스크상의 회로패턴을 감광액이 도포된 웨이퍼 표면에 전사해주는 설비.

정렬기.

미세한 회로패턴이 그려진 마스크를 반복적으로 축소 투영하게 되는데 웨이퍼상의 위치와 마스크가 정확히 일치하도록 정렬시켜 주는 설비.

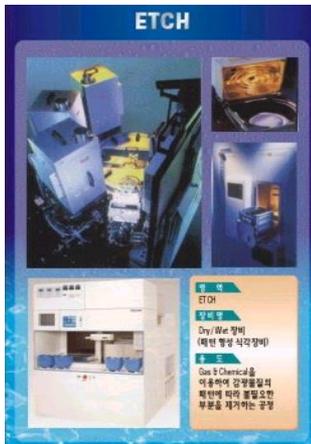
현상기.

빛에 노출되어 성질이 변한 감광액을 현상액으로 제거해주는 설비.



반도체생산 장비

공정명	설비명
식각 (Etch)	Etcher / Stripper / Wet sink



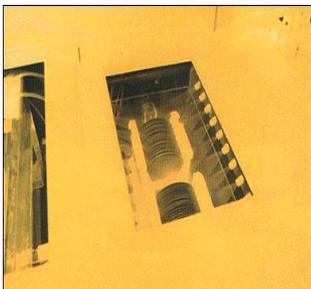
식각공정은 Wafer표면에 원하는 패턴을 형성하기 위하여 특정 지역을 감광막(Photoresist)에 의해 차단하고, 차단되지 않는 부분 즉, 원하지않는 부분의 박막을 선택적으로 제거하는 것

웨이퍼 위에 형성된 패턴대로 필요한 부분을 선택적으로 깎아내는 설비.

Chemical이용한 : Wet Etch방식

Gas을 이용한 : Dry Etch방식

식각공정이 끝난 후 남아있는 감광액을 제거해주는 설비.



세척설비.

매 공정 후에는 항상 웨이퍼를 세척 해 주어야 한다.





반도체공장의 4대요소

• 반도체공장의 주요구성

반도체공정장비

- Photo
- Etch
- CVD, PVD
- Diffusion
- Implantation
- Cleaning/CMP

유틸리티

- 전기
- 가스, CDA
- GN2
- PCW, DI

클린룸

- 항온항습기
- HEPA filter

기타시설

- 사무동
- 식당
- 폐수처리시설
- 용수공급시설
- 변전소





반도체산업의 4대 분류

- 반도체 개발(설계)
 - 반도체 개발은 전기적 특성에 따른 고객의 요구 기능을 구현하기 위해 제품을 기획하고 칩을 설계하며, 설계에 적합한 공정과 패키지를 개발하고, 완성된 제품에 대해 검증 및 테스트를 통해 신뢰성이 확보되는 반도체를 개발하는 일이다.
- 반도체 제조
 - 반도체를 제조하기 위한 전공정 장비, 검사 장비, 후공정 장비 및 공통적으로 사용되는 장비 부분품을 제조하는 분야에 필요한 장비를 기획, 설계, 개발하고 생산하는 일이다.
- 반도체 장비제조
 - 반도체를 제조하기 위한 전공정 장비, 검사 장비, 후공정 장비 및 공통적으로 사용되는 장비 부분품을 제조하는 분야에 필요한 장비를 기획, 설계, 개발하고 생산하는 일이다.
- 반도체 재료
 - 반도체 제조에 필요한 반도체 전용 재료들에 대한 특성을 파악하고, 각 재료들을 개발, 생산, 품질관리 및 안전관리하는 일이다.



반도체산업의 4대 분류

