

Wafer의 제조공정

UPNS

INHA Univ.

초정밀나노시스템연구실

Ultra Precision Nano System Lab.

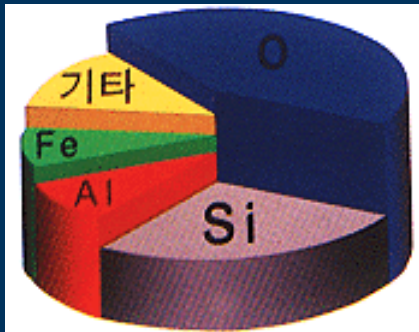
Contents

1. Wafer란?

2. Wafer 제조공정

3. 반도체 제조공정

Wafer 란?

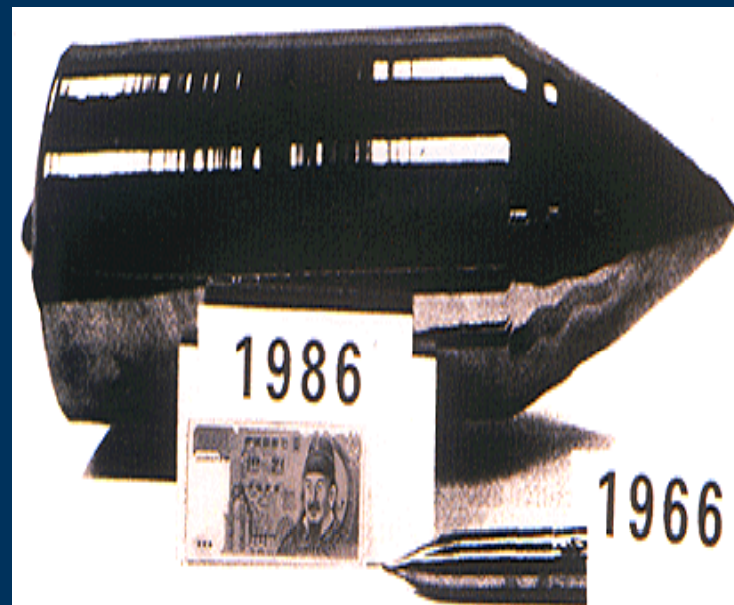


▶ 땅속의 원소중 산소다음으로 풍부한 물질이 바로 규소, 즉 실리콘이다. 이 실리콘을 정제해서 단결정으로 만든 것이 집적회로(IC)를 만드는 재료이며, 이것이 실리콘 단결정인 잉곳(Ingot)이다. 실리콘 잉곳은 수백 μm 의 두께로 절단되어 한쪽면을 거울같이 연마한 실리콘 웨이퍼(Wafer)가 된다. 집적회로는 이 실리콘 웨이퍼의 표면에 만들어진다.

▶ 註) μ (Micron), $1\mu\text{m}=1/1000\text{mm}$

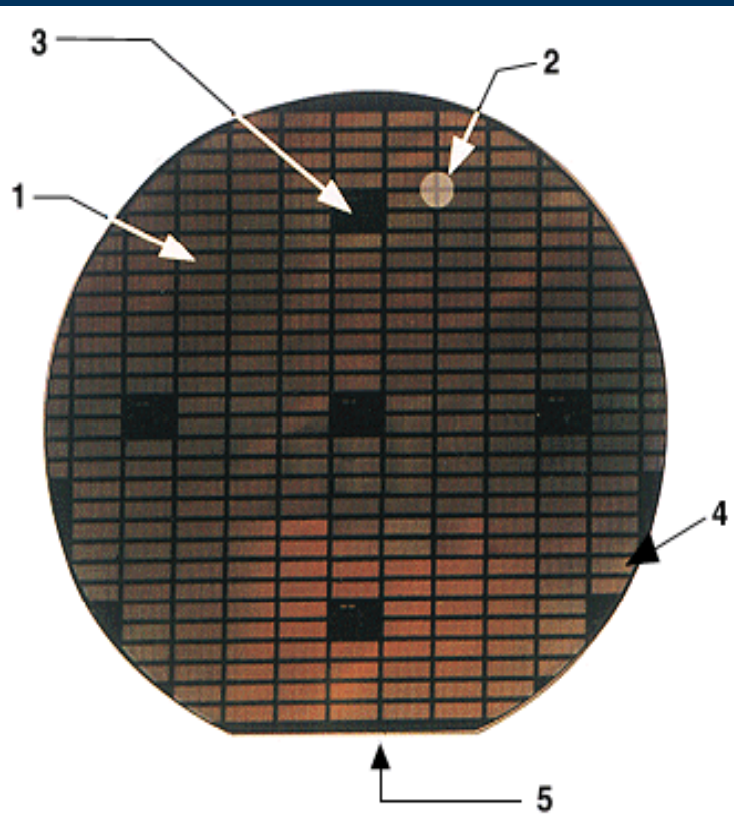


▲ 실리콘 웨이퍼의 모양



◀ 실리콘 잉곳의 모양

Wafer 란?



(1) 칩(Chip), Die :

- ▶ 전기로 속에서 가공된 전자회로가 들어있는 아주 작은
- ▶ 얇고 네모난 반도체 조각. 수동소자, 능동소자 또는 집적
- ▶ 회로가 만들어진 반도체.

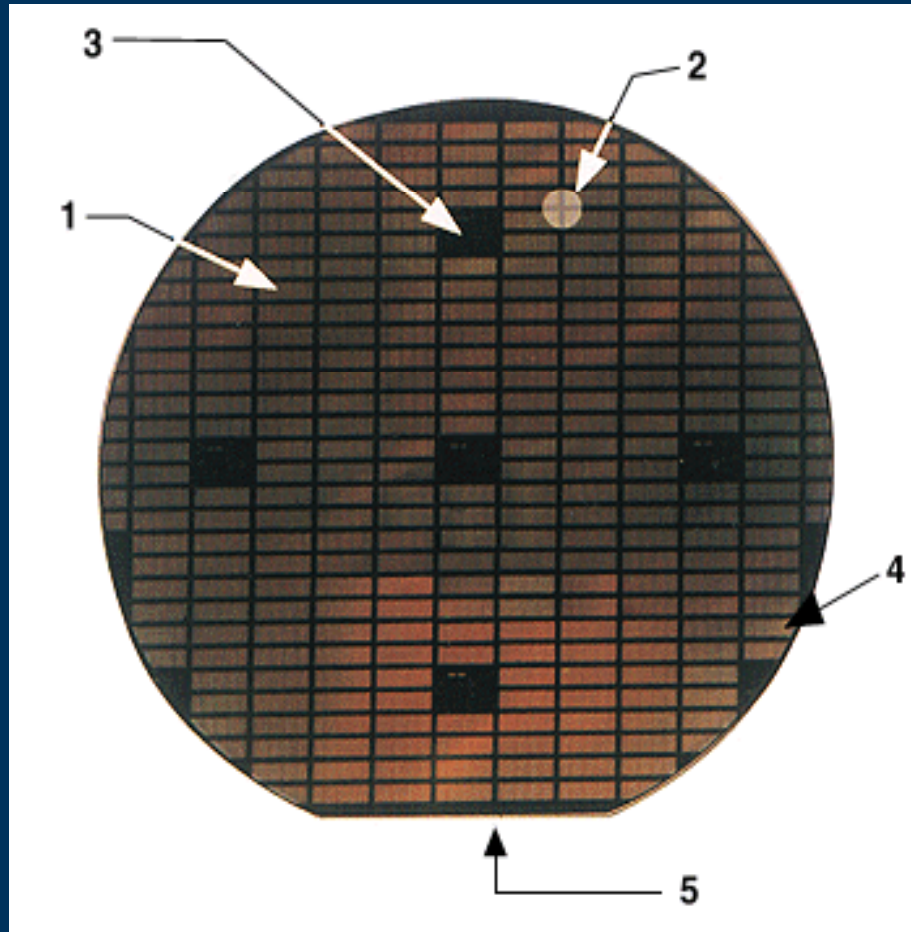
(2) Scribe line :

- ▶ 아무런 유닛나 회로가 없는 지역으로 웨이퍼를 개개의 칩으로 나누기 위해 톱질하는 영역이다.

(3) TEG(Test Element Group)

- ▶ 각 웨이퍼는 특이한 패턴의 칩 혹은 다이가 몇 개 있다. 현미경으로 보면 다르다는 것을 확실히 알 수 있다.
- ▶ 이는 정상적인 다이와 같은 공정으로 형성된 특별한 테스트소자가 들어있다.
- ▶ **IC**의 트랜지스터, 다이오드, 저항 및 캐패시터는 너무 작아서 공정 중에 테스트하기가 어려우므로 테스트 다이는 공정중의 품질관리를 위해서 만들어진다.
- ▶ 또한 테스트 다이는 수율을 높이는데도 기여하는데, 완성된 웨이퍼의 패턴이 여러공정의 질을 보여주기 때문이다.
- ▶ 그러나 요즘에는 별도의 **TEG Die**를 만들지 않고 **Scribe**라인에 바로 만들어 주기도 한다.

Wafer 란?



▶(4) Edge die :

- ▶ 웨이퍼는 가장자리 부분에 미완성의 다이를 가진
- ▶ 다. 이들은 미완성이기 때문에 결국 웨이퍼의 손실
- ▶ 이 된다. 작은 웨이퍼에 큰 다이를 만든다면 웨이
- ▶ 퍼의 손실률도 그 만큼 커지게 된다. 때문에 보다
- ▶ 큰 직경의 웨이퍼를 생산하는 요인이 되는 것이다.

▶(5) Flat Zone :

- ▶ 웨이퍼의 결정구조는 육안으로는 식별 불가능하
- ▶ 다. 따라서 웨이퍼의 구조를 구별 하기 위해 결정
- ▶ 에 기본을 둔 플랫폼을 만들어 준다. 스크라이브
- ▶ 라인중의 하나는 플랫폼에 수직이 되고 다른 하나
- ▶ 는 수평하게 된다.

Wafer 종류

1) 실리콘 웨이퍼(Silicon Wafer)

- 고순도의 정제된 실리콘 사용.
- 반도체급 실리콘
(semiconductor-grade silicon)
- 지구상에 매우 풍부.
- 독성이 전혀 없어 환경적으로도 매우 우수.
- 실리콘으로 만들어진 실리콘 웨이퍼는 높은 Energy Band Gap(1.2eV)을 가지고 있음.



Wafer 종류

2) 갈륨비소 웨이퍼 (GaAs Wafer)

- 갈륨비소는 실리콘에 비해 전자의 이동속도가 약 **6배** 빠름.
- 250GHz에 이르는 고주파 대역까지 처리.
- 가장 큰 특징은 에너지를 빛으로 발산하는 성질.
- 단점은 웨이퍼가 커질수록 취성에 약함.
- 구동시 전력소모가 상당함.
- 실리콘에 비해 **고가**의 소재.

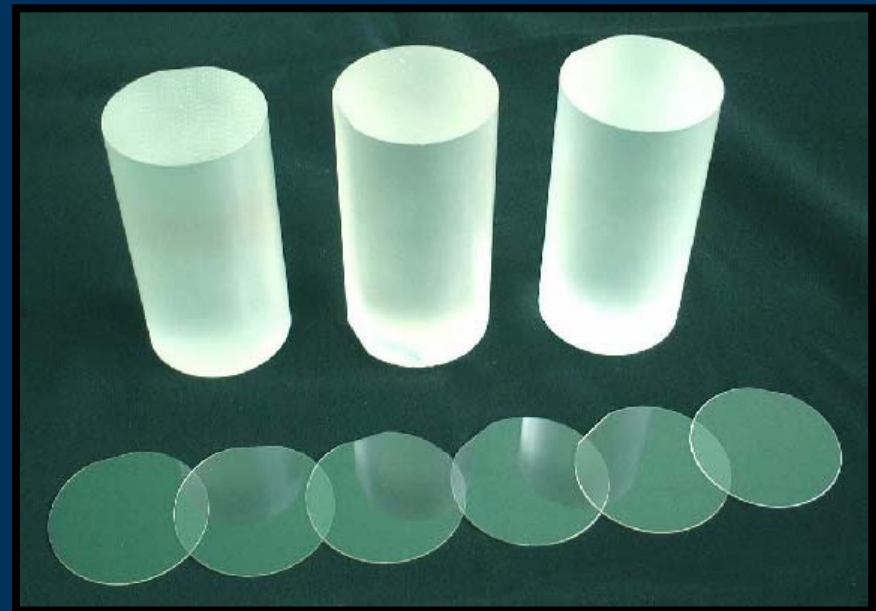


국내 유일의 갈륨비소 웨이퍼를
생산하는 네오세미테크.

Wafer 종류

3) 사파이어 웨이퍼 (Al_2O_3 Wafer)

- 저온 및 고온 안정성을 가짐.
- 우수한 기계적 성질을 지님.
- 우수한 화학적 성질을 지님.
- 뛰어난 광학 특성.
- 우수한 열전달 특성.



Wafer 종류

4) 석영 웨이퍼(Quartz Wafer)

- 고온에서 매우 안정적인 반도체 재료.
- 부도체의 특성을 이용해 절연효과 우수.
- 초고주파에 있어서의 특성이 매우 우수.
- 매우 정확한 주파수를 얻을 수 있음.



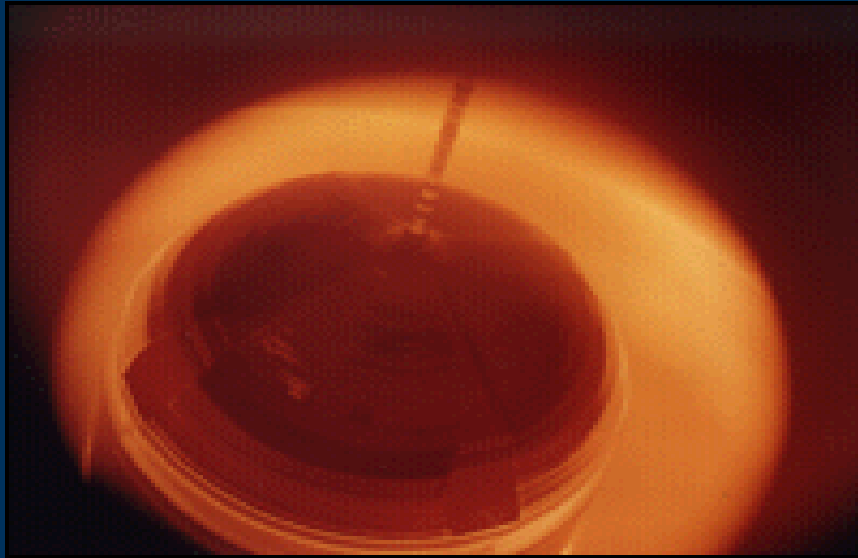
Wafer 종류

5) LN 웨이퍼(LiNbO₃ Wafer)

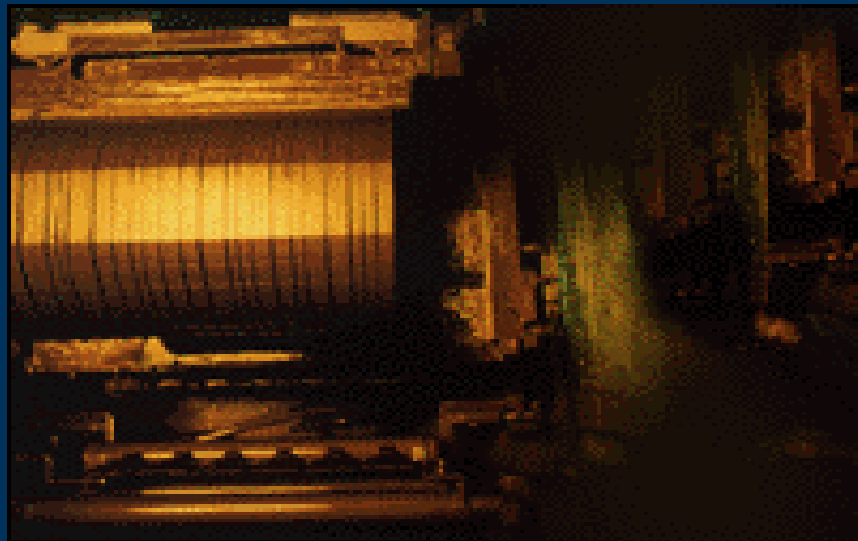
- LiNbO₃로 제작되어진 웨이퍼.
- 표면탄성파 필터의 핵심소재로 많이 사용.



웨이퍼(wafer) 제조 공정

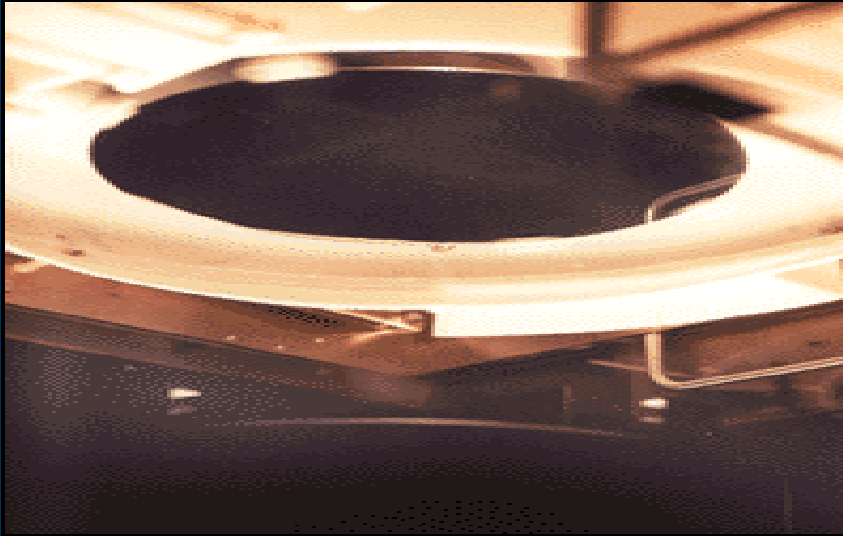


◀ 단결정 성장(Crystal Growing)

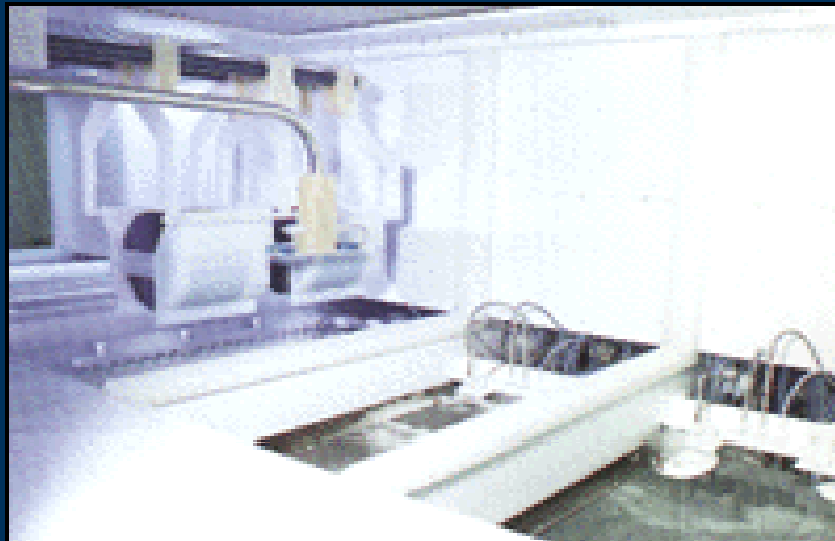


◀ 절단(Shaping)

웨이퍼(wafer) 제조 공정



◀ 경면연마(Polishing)



◀ 세척과 검사 (Cleaning & Inspection)

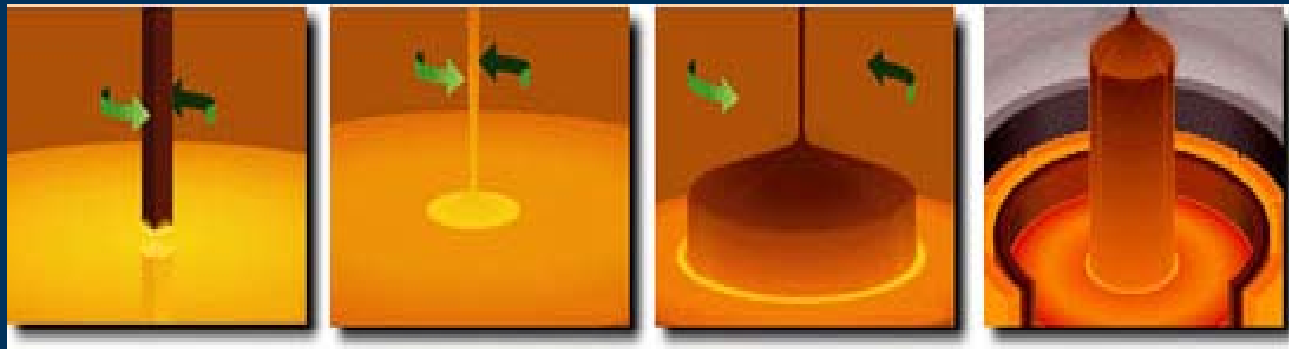
웨이퍼(wafer) 제조 공정



반도체 제조공정

1. 단결정 성장

- 고순도로 정제된 실리콘 용융액에 SEED 결정을 접촉,
회전시키면서 단결정규소봉(INGOT)을 성장시킴

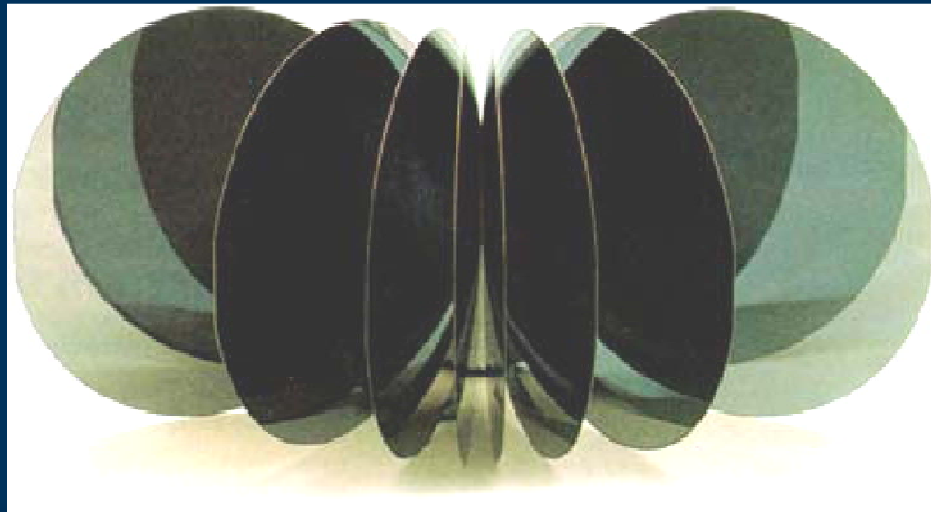


반도체 제조과정

2. 규소붕 절단

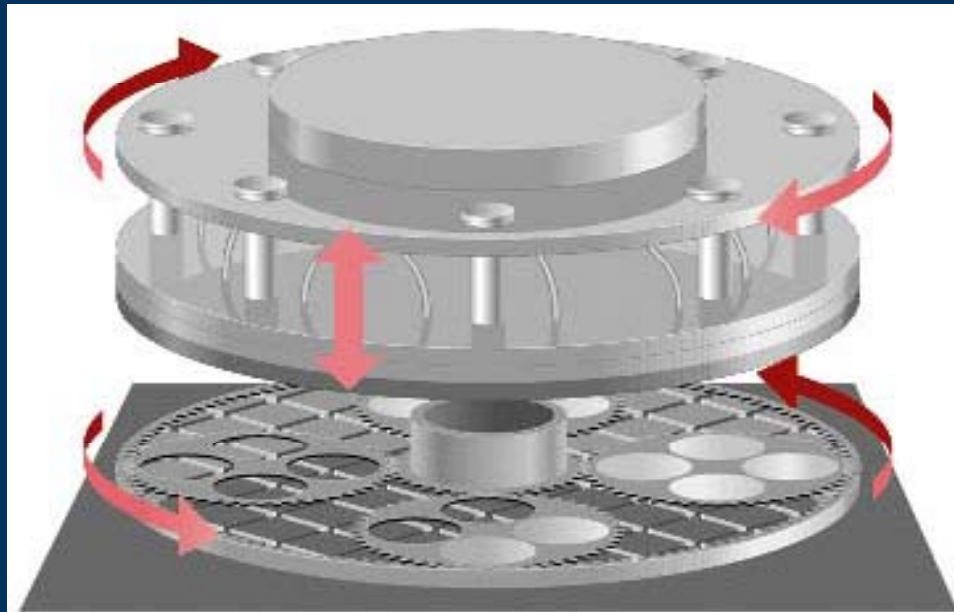
- 성장된 규소붕을 균일한 두께의 얇은 웨이퍼로 잘라낸다.
- 웨이퍼의 크기는 규소붕의 구경에 따라 3", 4", 6", 8"로 만들어지며 생산성 향상을 위해 점점 대구경화 경향을 보이고 있음

3. 웨이퍼 표면연마



반도체 제조공정

CMP process



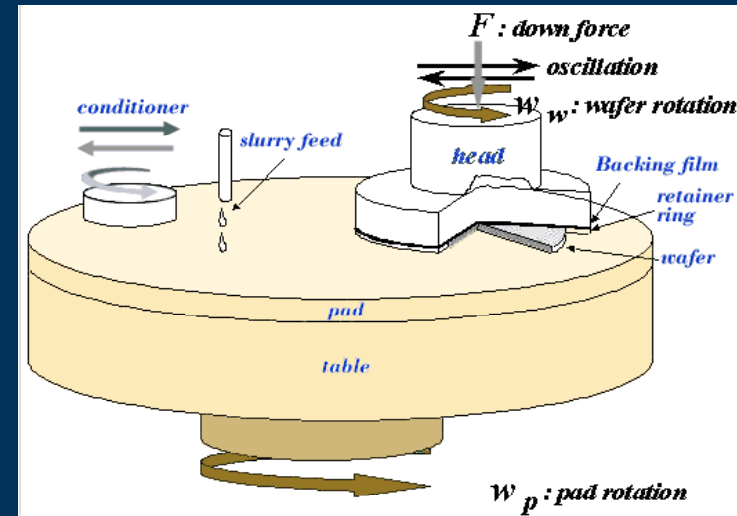
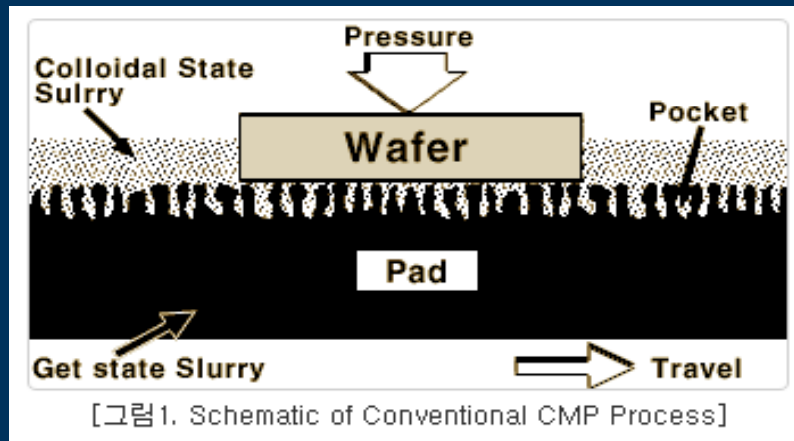
Wafer Lapping Machine
(Mitsubishi Materials Silicon)



Wafer Polishing
(Strasbaugh Corporation)

반도체 제조공정

CMP 원리



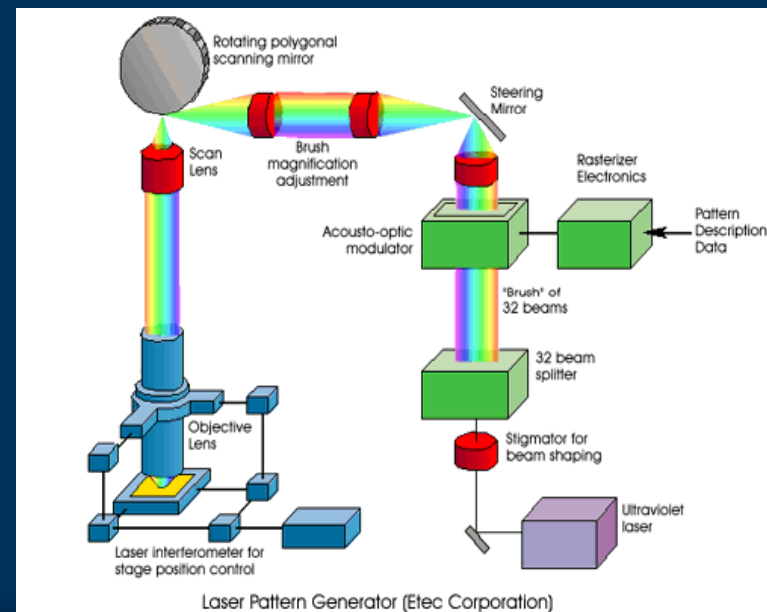
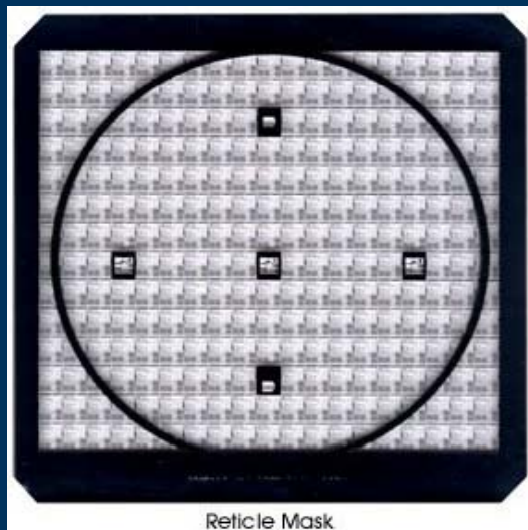
- 웨이퍼는 패드와 슬러리에 의한 연마
- 패드부는 단순한 회전운동, head부는 일정압력하에 회전/요동운동 병행
- 패드와 웨이퍼의 미세한 틈 사이로 슬러리 유동
- 패드의 돌기들에 의한 기계적 제거작용과 슬러리 내 연마입자와
- 화학액에 의한 제거작용

반도체 제조공정

4. 회로 설계

– CAD(Com-puter Aided Design) 시스템을 사용하여 전자회로와 실제 웨이퍼 위에 그려질 회로패턴을 설계함.

5. MASK(RETICLE)제작



반도체 제조공정

6. 산화(OXIDATION)공정

- 고온(800~1200°C)에서 산소나 수증기를 실리콘 웨이퍼 표면과 화학 반응시켜 얇고 균일한 실리콘 산화막 (SiO_2)를 형성 시키는 공정.

7. 감광액(PR;PhotoResist) 도포



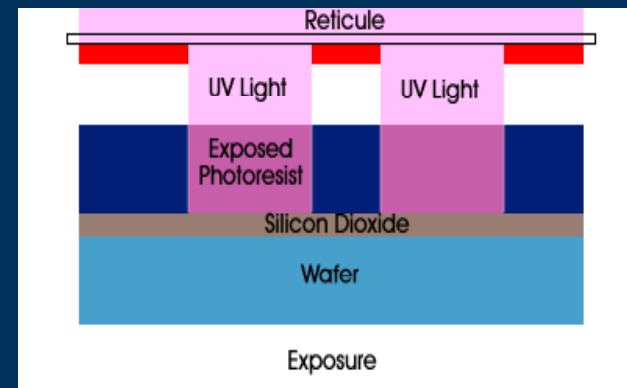
Photoresist Application
(Ontrak)

- 빛에 민감한 물질인 PR을 웨이퍼 표면에 고르게 도포 시킴.

반도체 제조공정

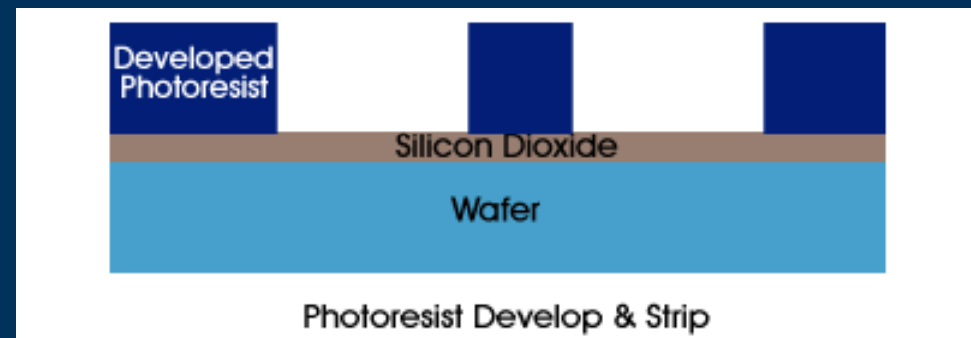
8.노광(EXPOSURE)

- STE-PPER를 사용하여 MASK에 그려진 회로패턴에 빛을 통과시켜 PR막이 형성된 웨이퍼 위에 회로 패턴을 사진 찍는 공정



9.현상(DEVELOPMENT)

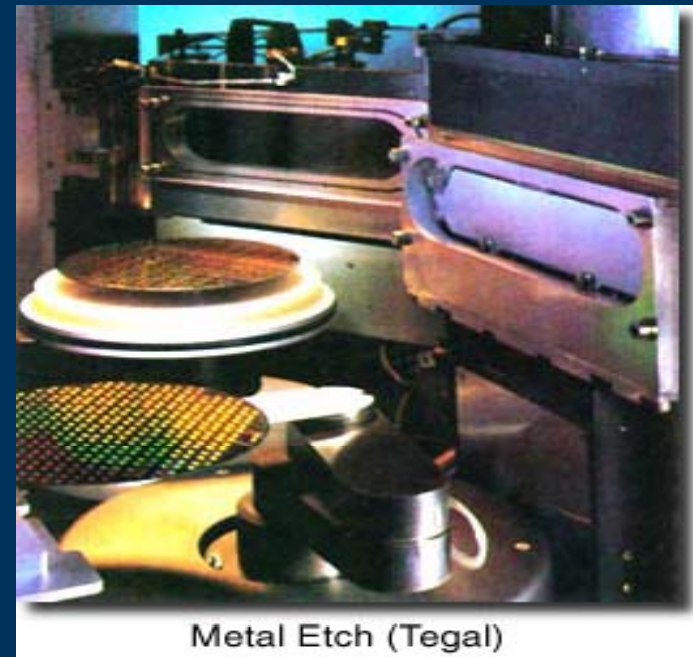
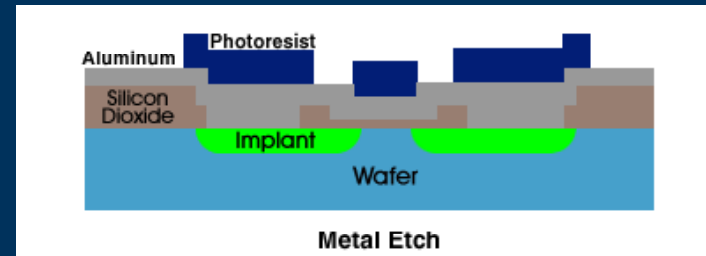
- 웨이퍼 표면에서 빛을 받은 부분의 막을 현상 시키는 공정



반도체 제조공정

10. 식각 (ETCHING)

- 회로패턴을 형성시켜 주기 위해 화학물질이나 반응성 GAS를 사용하여 필요 없는 부분을 선택적으로 제거 시키는 공정.
- 이러한 패턴형성과정은 각 패턴 층에 대해 계속적으로 반복됨.



반도체 제조공정

11. 이온주입(ION IMPLANTATION)공정

- 회로패턴과 연결된 부분에 불순물을 미세한 GAS입자 형태로 가속하여 웨이퍼의 내부에 침투시킴으로써 전자소자의 특성을 만들어줌.
- 이러한 불순물주입은 공온의 전기로 속에서 불순물입자를 웨이퍼 내부로 확산시켜 주입하는 DIFFUSION(확산) 공정에 의해서도 이루어짐.



Ion Implanter Wafer Handling Mechanism
(Varian Associates)

반도체 제조공정

12. 화학기상증착 (CVD; Chemical Vapor Deposition) 공정

- GAS간의 화학반응으로 형성된 입자들을 웨이퍼 표면에 증착(蒸着)하여 절연막이나 전도성 막을 형성시키는 공정

13. 금속배선 (METALLIZATION)

- 웨이퍼 표면에 형성된 각 회로를 알루미늄 선을 연결 시키는 공정.

14. 웨이퍼 자동선별 (EDS TEST)

- 웨이퍼에 형성된 IC칩들의 전기적 동작여부를 컴퓨터로 검사하여 불량품을 자동선별 하는 공정

반도체 제조공정

15. 웨이퍼 절단(SAWING)

- 웨이퍼 상의 수많은 칩들을 분리하기 위해 다이아몬드 톱을 사용하여 웨이퍼를 절단하는 공정

16. 웨이퍼 표면연마

- 웨이퍼의 한 쪽면을 연마하여 거울 면처럼 만들어 주는 공정

17. 금속 연결 (WIRE BONDING)

- 칩 내부의 외부연결단자와 리드프레임을 가는 금선으로 연결하여 주는 공정

반도체 제조공정

18. 성형(MOLDING)

- 칩과 연결금선부분을 보호하기 위해 화학수지로 밀봉 해주는 공정

19. 최종검사 (FINAL TEST)

- 성형된 칩의 전기적 특성 및 기능을 컴퓨터로 최종 검사하는 공정으로
최종 합격된 제품들은 제품명과 회사명을 MARKING한 후 입고검사를
거쳐 최종소비자에게 판매됨

Wafer final polishing system



연구실 위치

조정밀나노시스템연구실

위치 : 2북 265B

전화 : 032)860-8778

홈페이지 : <http://upns.inha.ac.kr>