



반도체공정장비

#9 에칭공정-습식

전기전자공학부
김도영



에칭공정

- 식각의 예

- 금속판에 보호층을 입힌 다음 송곳으로 그림을 그려서 강한 산성 용액에 담그면, 송곳이 지나 간 자국이 부분적으로 부식되어 금속판 위에 그림이 완성됨

etching

蝕刻

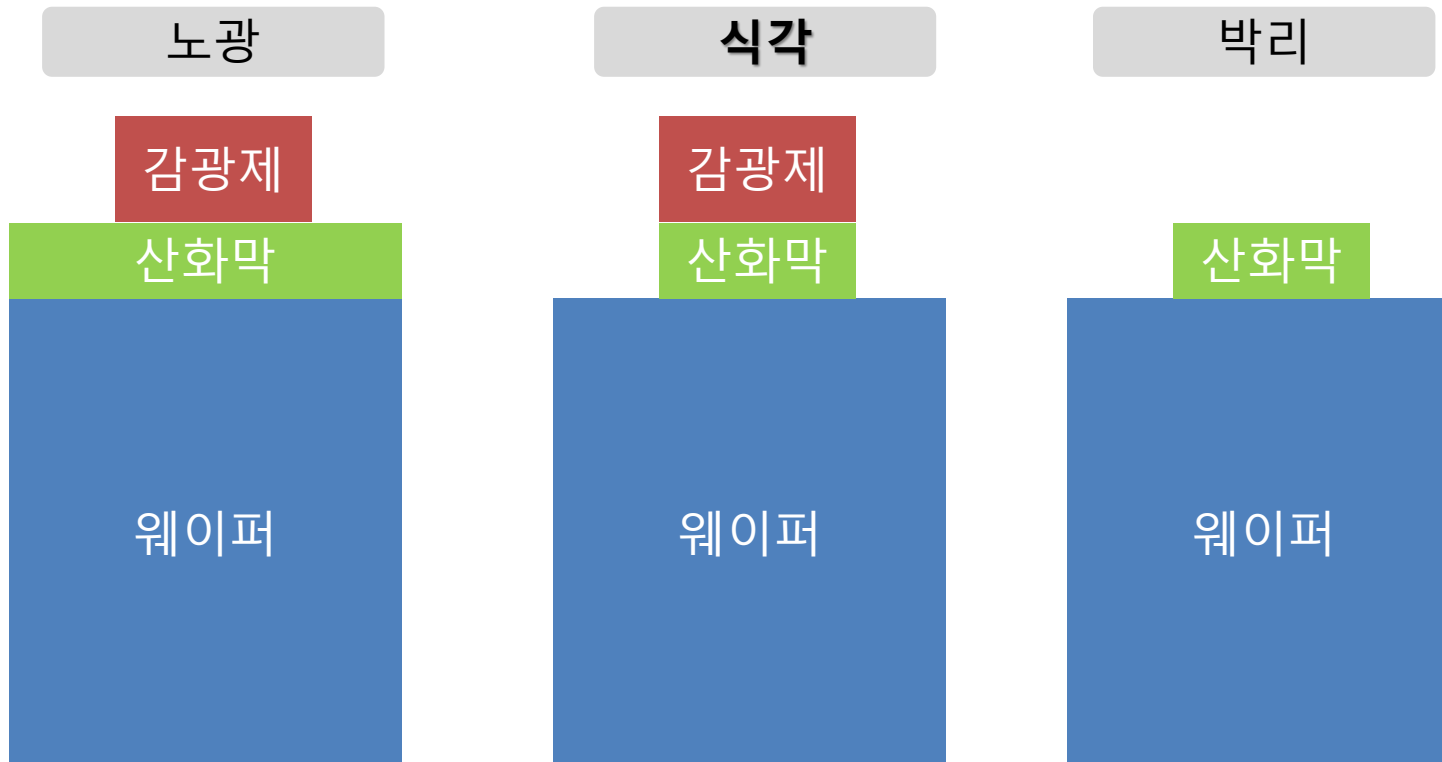
좀먹을 식
새길 각





에칭공정

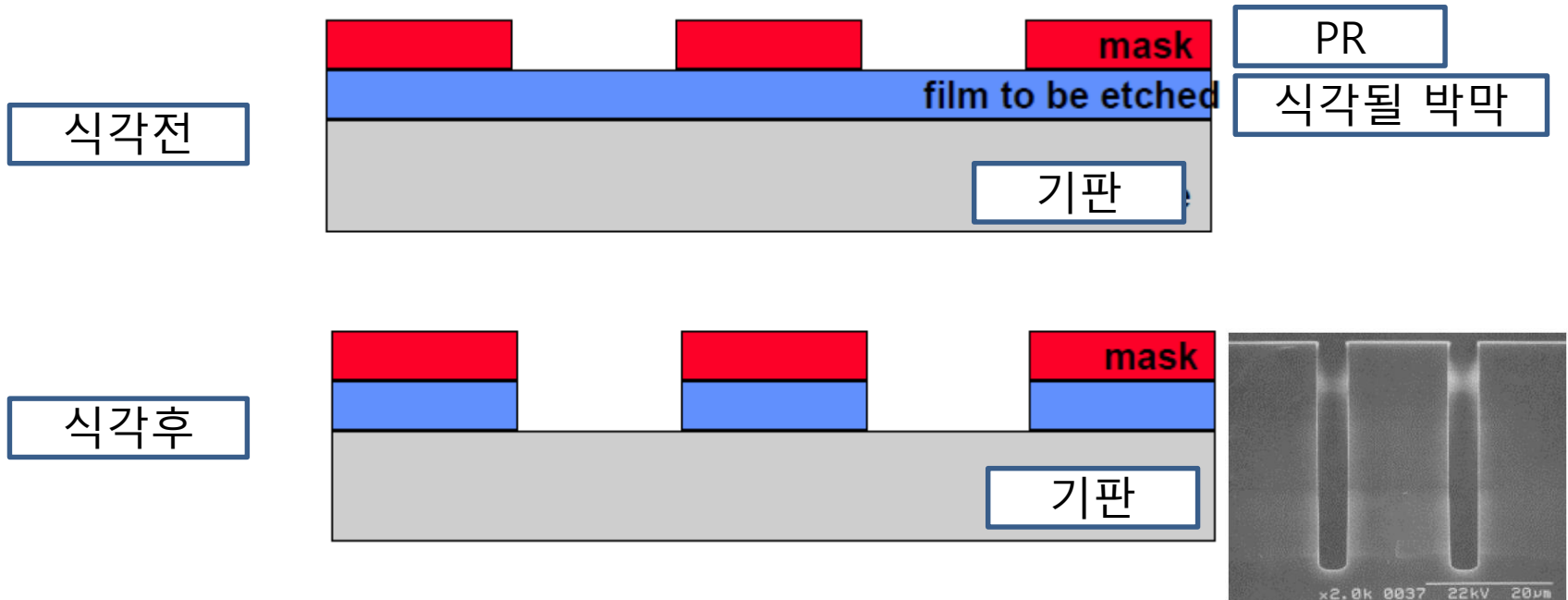
- 정의 : 웨이퍼 표면에 불필요한 박막을 제거하는 공정





에칭공정

- ◆ 식각공정은 2가지로 구분된다.
 - Wet etching (습식에칭)
 - Dry etching (건식에칭)





에칭공정

• 에칭공정의 구분

식각방법에 따른 구분

Wet etch (습식식각)

Dry etch (건식식각)

식각반응에 따른 구분

Chemical etch (화학적식각)

▶ 식각용액의 화학적인 반응을 이용하여 원하는 물질을 선택적으로 식각

Physical etch (물리적식각)

▶ 플라즈마 내에 있는 이온을 가속시켜 식각하고자 하는 물질을 물리적으로 떼어내어 제거

식각형태에 따른 구분

Isotropic etch (등방성식각)

▶ 모든 방향으로 식각률(속도)이 동일

Anisotropic etch (이방성식각)

▶ 식각률이 결정 방향에 따라 다르게 나타남



에칭공정

Wet etch

- 화학용액 속에 담그거나 식각용액을 웨이퍼 상에 분사하여 식각

- 화학적 반응
- 낮은 공정 비용
- 높은 선택비
- 플라즈마에 의한 PR 손상없음
- 폴리머 오염이 적음
- 방향성을 제어하기 어려움
→ 등방성식각

Dry etch

- 플라즈마 기체상태를 이용하여 식각

- 반응성 이온 식각
- Reactive Ion etching (RIE)
- 높은 공정비용
- 낮은 선택비
- 플라즈마에 의한 PR 손상
- 작은 패턴에 적합
- 방향성이 높음 → 이방성식각

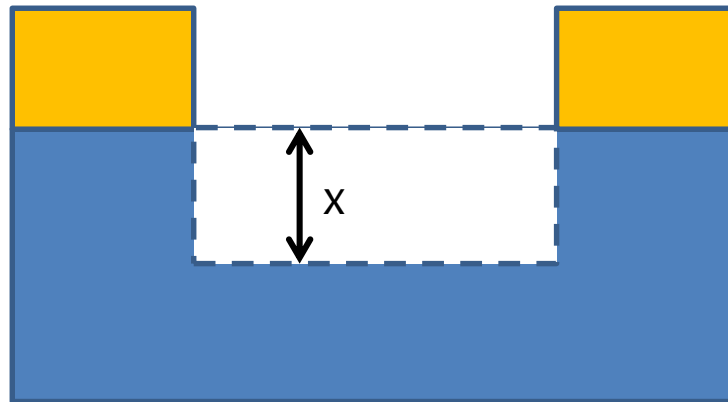




에칭공정

- 식각률 (etch rate, 식각속도)
 - 식각 대상 물질이 단위시간(t)당 식각되는 깊이(x)를 의미

$$\text{etch rate} = \frac{x}{t}$$



▶ 식각률에 영향을 주는 요소 : 식각률은 에천트, 식각 대상 물질, 식각 온도, 식각하는 패턴의 크기 등이 결정함



에칭공정

- 식각균일도(etch uniformity)
 - 한장 또는 각 웨이퍼 상에서 식각공정을 진행하였을 때 식각된 정도의 균일도

$$\begin{aligned} \text{uniformity}(\%) &= \frac{(\text{max. etch rate} - \text{min. etch rate})}{(\text{max. etch rate} + \text{min. etch rate})} \times 100\% \\ &= \frac{(\text{max. etch rate} - \text{min. etch rate})}{2 \times \text{average of etch rate}} \times 100\% \end{aligned}$$

평균 식각률의 두 배에 대한 최대식각률과 최소식각률의 차이를 백분율로 나타낸 것

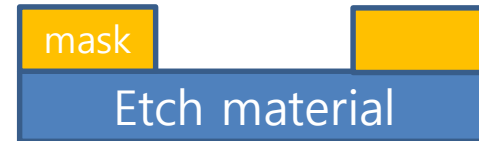
- ▶ 한 장의 웨이퍼에서 생산되는 결과물들이 동일한 결과를 가지도록 식각하여 모든 제작된 결과물이 동일한 성능을 발휘하도록 함
- ▶ 한 장의 웨이퍼 내에서의 균일도 뿐만 아니라, 여러 웨이퍼간의 균일도도 중요함



에칭공정

- 식각 선택비(etch selectivity)
 - 식각되는 물질(etch material)과 식각하는 동안 사용되는 보호막 물질(mask)간의 식각률의 차이

$$selectivity = \frac{etch\ rate\ of\ A}{etch\ rate\ of\ B}$$



예) 폴리 실리콘과 실리콘 산화막의 식각 선택비가 20
→ 폴리 실리콘의 식각속도가 산화막 보다 20배 크다는 의미

- ▶ 식각 선택비가 높을 수록 식각공정 진행시 마스크 물질의 손상 저하
- ▶ 식각 물질과 마스크 물질의 식각액(etchant)에 대한 선택비 고려

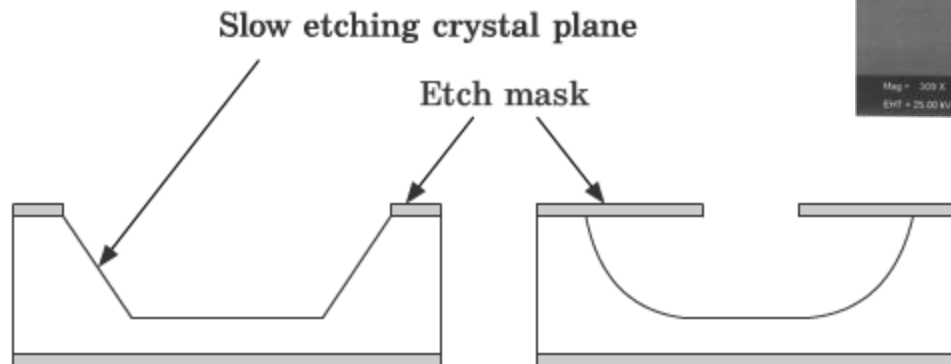
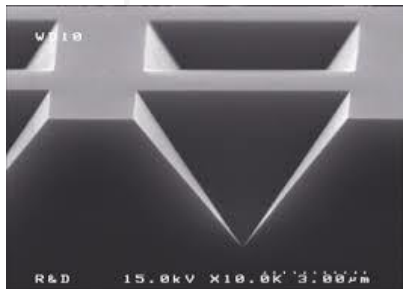


에칭공정

• 등방성, 이방성 식각

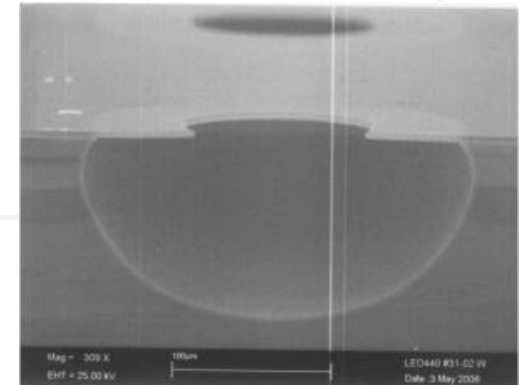
등방성식각(Isotropic)

- 모든 방향으로 동일한 속도로 진행되어 보호막 역할을 하는 마스크 패턴에 대해서 아래쪽과 좌우 방향으로 (또는 경사진 방향으로) 동일한 깊이 만큼 식각됨



이방성식각(Anisotropic)

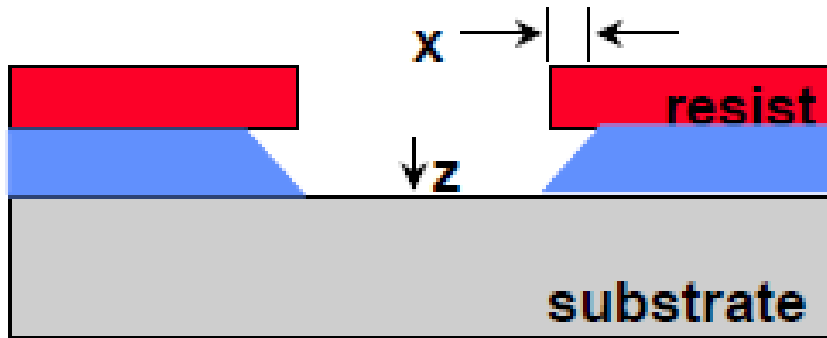
- 등방성 식각과 다르게 각 방향에 대해 서로 다른 식각률을 가짐





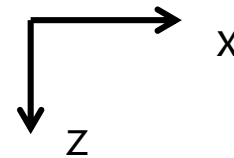
에칭공정

- 식각의 방향성



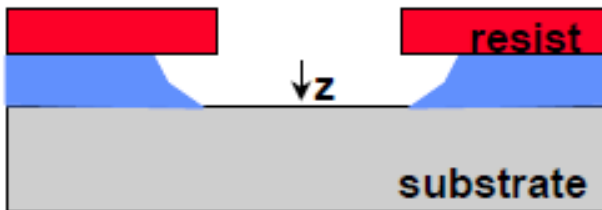
이방도(degree of anisotropy)

$$A = (z-x)/z$$



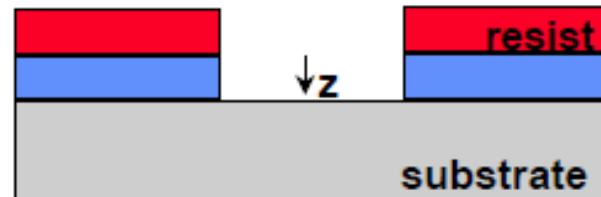
if $x < z$, $0 < A < 1$, z 는 박막의 두께

등방성식각(Isotropic)



($x = z$) $A = 0$

이방성식각(Anisotropic)



($x = 0$) $A = 1$



에칭공정

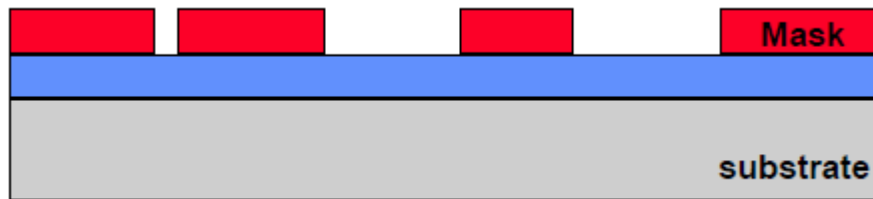
- 습식식각공정 장단점
- 장점
 - 간단한 장비 (저가의 장비 비용)
 - 높은 throughput
 - 높은 선택도
- 단점
 - 등방성 식각에 따른 undercut
 - 상대적으로 많은 양의 chemical 사용
 - 케미컬은 PR의 부착에 문제를 야기한다.
 - 작은 선폭의 etching이 불가능함
 - 에칭시간에 민감하여 선폭이 변할 수 있다.
 - 낭비되는 케미컬의 비용이 크다.



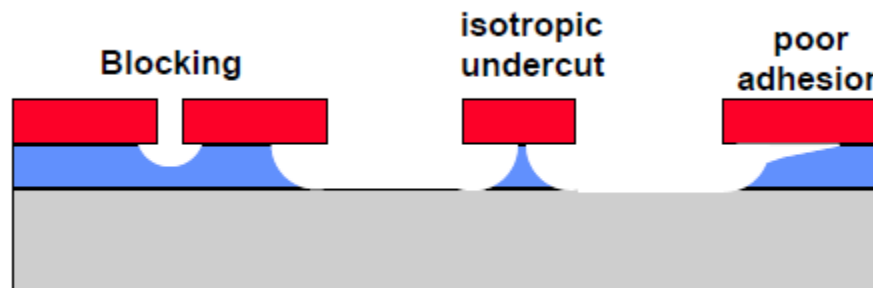
에칭공정

- 습식식각 단점

식각전



식각후





에칭공정

- Silicon(질산+불산 수용액)
 - $\text{Si} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SiO}_2 + \text{HNO}_2 + \text{H}_2$
 - $\text{SiO}_2 + 6\text{HF} \rightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$
- Silicon oxide(HF or NH_4F)
 - $\text{SiO}_2 + 6\text{HF} \rightarrow \text{H}_2 + \text{SiF}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$
 - $\text{SiO}_2 + 6\text{NH}_4\text{F} \rightarrow 4\text{NH}_4 + \text{SiF}_6 + 2\text{NH}_3\text{OH}$
- Silicon nitride
 - 희석된 H_3PO_4 용액
- Aluminum
 - $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HNO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} + \text{DI water}$



에칭공정

- 공정변수(parameter)
 - Chemical 종류
 - Chemical 농도
 - 식각방법 (wet, dry)
 - 식각온도
 - 식각시간
 - 결정방향, crystal or amorphous
 - 식각빈도



에칭공정 실습 동영상