

같은 트렌치, 다른 단면

면접에서 이 모양을 보고 원인을 말할 수 있는가



수직

목표 단면

언더컷

옆으로도 깎임

보잉

중간이 볼록

테이퍼

아래로 좁아짐

노칭

절연막 위 바닥이 옆으로

검은 막대: 마스크 · 회색: 식각할 막 · 노란 띠: 아래 절연막

자료 3 공정엔지니어 면접 자료 시리즈

## 식각 면접 집중편

건식과 습식, 이방성, 선택비, ICP와 CCP, 프로파일 불량까지  
4년제 공정기술·양산기술 신입 대상, 삼성전자와 SK하이닉스 면접 공통

식각 면접의 꼬리질문은 거의 항상 "그 노브를 돌리면 무엇이 좋아지고 무엇이 나빠지나요?"로 끝납니다. 이 자료는 그 표를 머릿속에 넣어 드립니다.

세미팸 AI

반도체 장비공학 박사, 대학 반도체 공정 강의  
semifabai.com

2026 하반기판  
무료 배포용

식각을 "깎는 공정"으로만 설명하면 평범한 답변에 그칩니다. 현장의 식각 엔지니어는 아래 지표를 동시에 맞추습니다. 하나를 좋게 하면 다른 하나가 나빠지는 것이 식각의 본질입니다.

| 지표     | 뜻                                 | 어떻게 재나                                                                     |
|--------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 식각률    | 단위 시간에 깎인 두께(nm/min)              | 식각 전후 두께 차이 ÷ 시간. 단차계, 엘립소미터, 단면 SEM                                       |
| 균일도    | 웨이퍼 안에서 식각률이 얼마나 고른가              | 여러 점을 재서 (최댓값 - 최솟값) ÷ (2 × 평균), 또는 표준편차 ÷ 평균. 회사마다 정의가 달라 어느 쪽인지 밝히고 말할 것 |
| 선택비    | 깎을 막 대비 마스크·아래 막이 얼마나 덜 깎이나       | 깎을 막의 식각률 ÷ 마스크(또는 아래 막)의 식각률                                              |
| CD 변화  | 식각 전 패턴 폭 대비 식각 후 폭의 차이(CD bias)  | 포토 후 CD(ADI, 현장에서는 DICD)와 식각 후 CD(ACI, FICD) 비교                            |
| 프로파일   | 측벽 각도, 보잉, 언더컷 같은 단면 모양           | 단면 SEM, TEM                                                                |
| 로딩     | 패턴 크기나 밀도에 따라 식각률이 달라지는 정도        | 같은 웨이퍼의 넓은 패턴과 좁은 패턴, 성긴 곳과 뻥뻥한 곳 비교                                       |
| 잔류물·손상 | 바닥에 남은 찌꺼기, 플라즈마가 남긴 격자·표면 손상과 전하 | 결함 검사, 전기 특성                                                               |

**면접 첫 문장으로 쓰세요.** "식각은 원하는 깊이까지 깎는 것만이 아니라, 식각률, 균일도, 선택비, CD, 프로파일을 동시에 맞추는 공정이라고 이해하고 있습니다. 이 지표들은 서로 맞바뀌지는 관계라서, 어느 것을 우선할지 판단하는 것이 엔지니어의 일이라고 생각합니다."

|         | 습식 식각                                                                                           | 건식(플라즈마) 식각                  |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 원리      | 약액이 막과 화학 반응해 녹여냄 (예: 묽은 HF로 산화막, 인산으로 질화막)                                                     | 플라즈마의 라디칼(화학)과 이온(물리)이 함께 깎음 |
| 방향성     | 산화막·질화막 같은 비정질 막은 모든 방향으로 같은 속도(등방성)라 마스크 아래로 파고드는 언더컷이 생김. 단, KOH 같은 결정 Si 식각은 결정면에 따라 방향성이 있음 | 이온이 수직으로 들어와 아래로 더 빨리(이방성)   |
| 선택비     | 매우 높음. 화학 반응이 재료를 정확히 구분                                                                        | 상대적으로 낮음. 이온이 마스크도 깎음        |
| 손상      | 거의 없음                                                                                           | 이온 충돌로 격자·표면 손상, 대전 가능       |
| 지금 쓰는 곳 | 막 전체 제거, 세정, 선택비가 결정적인 일부 공정                                                                    | 미세 패턴 형성 대부분                 |

## 건식 식각이 수직으로 깎이는 이유

실제 공정에서는 대부분 두 가지가 함께 작용합니다.

- 이온의 방향성.** 플라즈마와 웨이퍼 사이 얇은 층(쉬스)에 강한 전기장이 걸리고, 양이온이 이 전기장에 가속돼 웨이퍼에 거의 수직으로 떨어집니다. 그래서 바닥은 이온을 많이 맞고 측벽은 덜 맞습니다.
- 측벽 보호막(패시베이션).** 식각 부산물이나 폴리머를 만드는 가스가 측벽에 얇게 쌓여 라디칼이 옆으로 파고드는 것을 막습니다. 바닥에도 쌓이지만, 바닥은 이온이 계속 때려 벗겨냅니다.

**한 단계 더 들어간 사실: 이온과 라디칼은 합치면 훨씬 빨라진다.** 라디칼만 있을 때, 이온만 있을 때 각각의 식각률을 더한 것보다 둘이 동시에 있을 때의 식각률이 몇 배 큼니다(이온 보조 식각, 시너지 효과). 이온이 표면 결합을 끊고 반응 부산물이 떨어져 나가게 도와주기 때문입니다. 그래서 이온이 맞는 바닥만 유독 빨리 깎이고, 이것이 이방성의 핵심입니다. "이온은 물리, 라디칼은 화학"에서 한 단계 더 들어간 답입니다.

## 압력을 낮추면 왜 더 수직이 되나

압력이 낮으면 기체 분자가 드물어져 이온이 쉬스를 지나는 동안 덜 부딪힙니다. 방향이 덜 흐트러진 채 수직으로 도착합니다. 대신 라디칼 양도 줄어 화학적 식각이 느려질 수 있고, 플라즈마 분포가 바뀌어 균일도가 달라집니다. 이 대가까지 말하면 꼬리질문에 대비가 됩니다.

## 노브(조절 변수)를 돌리면 무엇이 변하나

이 표가 식각 면접의 절반입니다. 방향은 "대체로"입니다. 장비, 가스, 막에 따라 예외가 있으니 면접에서도 "일반적으로"를 붙여 말하세요.

| 조절 변수                                                       |   | 좋아지는 것                               | 나빠지거나 조심할 것                                                 |
|-------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Source 파워                                                   | ↑ | 플라즈마 밀도가 올라 이온·라디칼이 많아짐 → 식각률 ↑      | 같은 Bias 파워에서는 이온 에너지가 다소 낮아질 수 있음, 가스 분해가 바뀌어 선택비·폴리머 상태 변화 |
| Bias 파워                                                     | ↑ | 이온 에너지 ↑ → 이방성 ↑, 바닥 식각률 ↑, 잔류물 제거 ↑ | 마스크도 더 깎여 선택비 ↓, 결정 손상·대전 ↑, 마스크 모서리가 깎여 CD 변화              |
| 압력                                                          | ↓ | 이온 산란 감소 → 이방성 ↑                     | 라디칼 감소로 식각률 ↓ 가능, 균일도 분포 변화                                 |
| 폴리머 가스 (C <sub>4</sub> F <sub>8</sub> , CHF <sub>3</sub> 등) | ↑ | 측벽 보호 ↑, 산화막 식각에서 Si·마스크 대비 선택비 ↑    | 과하면 테이퍼, 식각 멈춤(etch stop), 챔버 벽 퇴적 증가                       |
| O <sub>2</sub> 소량 첨가                                        | ↑ | 폴리머를 태워 식각 멈춤 방지, 측벽 보호막 양 조절        | PR 마스크 손실 ↑ → 선택비 ↓                                         |
| Ar 희석                                                       | ↑ | 물리적 식각 성분 ↑, 플라즈마 안정                 | 화학 식각 성분 감소, 스퍼터된 마스크 재증착                                   |
| 척(웨이퍼) 온도                                                   | ↓ | 측벽의 자발적 화학 식각 ↓, 보호막이 잘 붙음 → 이방성 ↑   | 부산물 휘발 ↓ → 잔류물 ↑ 가능                                         |
| 시간 (오버에치)                                                   | ↑ | 웨이퍼 전역에서 남는 막 없이 끝까지 식각              | 아래 막 손실, 노칭, 처리량 ↓                                          |

### 막별 대표 가스

|                                      |                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Si, 폴리실리콘                            | Cl <sub>2</sub> , HBr 기반(+O <sub>2</sub> 소량). HBr은 측벽 보호막을 잘 만들어 수직 식각에 유리. 불소계(SF <sub>6</sub> )는 빠르지만 등방성이 강함                                                                                                       |
| 산화막(SiO <sub>2</sub> )               | 플루오로카본(C <sub>4</sub> F <sub>6</sub> , C <sub>4</sub> F <sub>8</sub> , CHF <sub>3</sub> , CF <sub>4</sub> 등) + Ar + O <sub>2</sub> . 메모리의 깊은 산화막 홀 식각은 C <sub>4</sub> F <sub>6</sub> 계열을 많이 씀. 폴리머로 Si·질화막 대비 선택비를 만듦 |
| 질화막(Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> ) | CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub> , CH <sub>3</sub> F, CHF <sub>3</sub> 등 수소가 섞인 플루오로카본. 산화막 대비 선택비 조절                                                                                                                   |
| 알루미늄                                 | Cl <sub>2</sub> , BCl <sub>3</sub> . BCl <sub>3</sub> 는 표면 자연 산화막(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) 제거를 돕고 수분을 잡음                                                                                                      |
| PR·탄소 마스크 제거                         | O <sub>2</sub> 플라즈마(애싱)                                                                                                                                                                                               |

|         | CCP (용량 결합 플라즈마)                                                 | ICP (유도 결합 플라즈마)                                         |
|---------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 구조      | 마주 보는 두 평판 전극에 RF를 걸어 플라즈마를 만듦                                   | 챔버 위·옆의 코일에 RF를 걸어 유도 전기장으로 플라즈마를 만들고, 웨이퍼 척에 별도 Bias RF |
| 밀도와 에너지 | 밀도는 중간, 이온 에너지는 높게 만들기 쉬움. 두 주파수(고주파는 밀도, 저주파는 에너지)로 어느 정도 나눠 조절 | 밀도(Source)와 이온 에너지(Bias)를 거의 독립적으로 조절. 낮은 압력에서 고밀도       |
| 주로 쓰는 곳 | 산화막 식각, 특히 메모리의 깊은 홀·콘택처럼 종횡비가 높은 산화막 식각                         | Si, 폴리실리콘, 금속 식각. 게이트처럼 손상과 CD 제어가 중요한 곳                 |

RIE(반응성 이온 식각)는 장비 종류라기보다 "이온과 반응성 가스를 함께 쓰는 식각 방식"의 이름이라, CCP-ICP 모두 넓게는 RIE 방식입니다. 교재에서 RIE라 부르는 단순한 평판 장비는 CCP 구조입니다.

## 왜 웨이퍼 쪽에 음전압이 생기나 (셀프 바이어스)

전자는 이온보다 수만 배 가벼워( $Ar^+$  기준 약 7만 배) 훨씬 빨리 움직입니다. RF가 걸린 전극에는 한 주기 동안 전자가 이온보다 많이 들어오는데, 전극은 직류가 통하지 않게 커패시터로 막혀 있어서 음전하가 쌓이다가, 한 주기 동안 들어오는 전자와 이온의 양이 같아지는 음전압에서 멈춥니다. 이것이 DC 셀프 바이어스이고, 웨이퍼 쪽 전극이 접지된 벽보다 면적이 작기 때문에 이 음전압이 웨이퍼 쪽에 크게 걸려 양이온을 끌어당깁니다. Bias 파워를 올리면 이 전압이 커져 이온 에너지가 올라갑니다.

**고리질문 대비.** "ICP에서 Source 파워만 올리면 이온 에너지는 어떻게 되나요?" → 플라즈마 밀도가 올라 같은 Bias 파워를 더 많은 이온이 나눠 받게 되므로, 셀프 바이어스 전압은 대체로 낮아집니다. 그래서 식각률은 오르지만 이온 하나의 에너지는 오히려 낮아질 수 있습니다. 두 노브가 완전히 독립은 아니라는 점까지 말하면 좋습니다.

## 종점 검출: 언제 멈출지 아는 법

- **광방출 분광(OES).** 플라즈마 빛의 특정 파장을 봅니다. 깎던 막이 다 없어지면 부산물의 발광(예: 산화막 식각의 CO, 폴리실리콘 식각의 SiCl)은 줄고, 더 이상 소모되지 않는 식각종(F, Cl)의 발광은 늘어납니다. 그 변화 지점이 종점입니다.
- **간섭계.** 막에 반사된 빛의 간섭 무늬로 남은 두께를 실시간으로 봅니다.
- **왜 오버에치를 하나.** 웨이퍼 안에서 막 두께와 식각률이 고르지 않으니, 가장 늦게 끝나는 곳까지 남은 막이 없도록 종점 뒤에 조금 더 깎습니다. 대가는 아래 막 손실과 노칭 위험입니다.
- **종점 신호가 약한 경우.** 노출 면적이 작은 콘택·비아 식각은 발광 변화가 작아 종점 검출이 어렵습니다. 이럴 때는 시간 기반 식각과 모니터 웨이퍼 관리에 더 의존합니다.

면접관이 단면 그림을 보여 주고 "원인이 뭘까요?"라고 묻는 경우가 있습니다. 모양과 원인, 돌릴 노브를 한 줄로 이어 두세요.

| 불량       | 모양                         | 주된 원인                                            | 돌릴 노브                                     |
|----------|----------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 언더컷      | 마스크 아래로 옆이 파임              | 라디칼의 등방성 식각이 우세, 측벽 보호 부족                        | 압력 ↓, Bias ↑, 보호막 가스 ↑, 척 온도 ↓            |
| 보잉       | 측벽 중간이 불룩하게 넓어짐. 깊은 홀에서 흔함 | 비스듬히 들어온 이온이나 마스크 모서리에서 튕긴 이온이 측벽 중간을 때림, 보호막 부족 | 보호막 강화, 마스크 모서리 형상 개선, 압력 ↓               |
| 테이퍼      | 아래로 갈수록 좁아짐                | 측벽 퇴적 과다, 이온 에너지 부족                              | 폴리머 가스 ↓, O <sub>2</sub> ↑, Bias ↑        |
| 노칭       | 절연막 위 바닥에서 옆으로 파임          | 오버에치 중 절연막 표면에 전하가 쌓여 이온이 옆으로 휨                  | 오버에치 조건 완화, 펄스·저주파 Bias                   |
| 마이크로 트렌칭 | 바닥 가장자리가 더 깊게 파임           | 측벽에서 반사된 이온이 바닥 모서리에 몰림                          | 측벽 각도·이온 에너지 조절                           |
| ARDE     | 좁고 깊은 패턴일수록 덜 깎임           | 중형비가 커질수록 바닥까지 라디칼·이온이 덜 도달                      | 압력 ↓, 이온 방향성 ↑, 식각·보호 단계를 번갈아 하는 방식       |
| 마이크로 로딩  | 패턴이 뾰족한 곳이 덜 깎임            | 국소적으로 반응물이 더 빨리 소모됨                              | 압력 ↓(확산 ↑), 이온 지배 조건으로 이동, 더미 패턴으로 밀도 균일화 |
| 잔류물·그래스  | 바닥에 기둥처럼 남은 찌꺼기            | 비휘발성 부산물이나 튕 마스크 입자가 작은 마스크 역할(마이크로 마스크)         | 오버에치, 가스 화학 조정, 챔버 상태 관리                  |

**단면만 보고 단정하지 마세요.** 같은 테이퍼라도 식각 문제일 수도 있고, 포토에서 PR 측벽이 이미 비스듬했을 수도 있습니다. "식각 전 PR 단면도 같이 보겠습니다"를 붙이면 자료 1의 2단계(범위)와 자료 2의 순서 논리가 함께 드러납니다.

**1. 선택비를 높이려면?**

→ 깎을 막과 마스크 아래 막의 화학적 차이를 키웁니다. 산화막 식각이라면 플루오로카본 폴리머가 Si 위에는 잘 쌓이고 산화막 위에서는 산소 때문에 덜 쌓이는 성질을 이용합니다. 이온 에너지를 낮추는 것도 방법이지만 이방성과 식각률을 내줍니다. 마스크 자체를 PR보다 단단한 하드마스크로 바꾸는 방법도 있습니다.

**2. 식각률과 선택비가 동시에 좋아질 수 있나요?**

→ 대체로 맞바뀌집니다. 이온 에너지를 올리면 식각률은 오르지만 마스크도 깎여 선택비가 떨어집니다. 그래서 어느 쪽이 그 공정에서 더 중요한지, 예를 들어 깊은 홀이라면 마스크가 끝까지 버티는 선택비가 우선인지를 판단해야 합니다.

**3. 플라즈마 손상이란?**

→ 고에너지 이온이 결정을 부수는 물리적 손상과, 웨이퍼 위 구조에 전하가 쌓여 얇은 게이트 절연막을 망가뜨리는 전하 손상이 있습니다. 공정에서는 이온 에너지 관리와 플라즈마 균일도로, 설계에서는 안테나 비 규칙과 보호 다이오드로 막습니다.

**4. 식각 후 왜 세정을 하나요?**

→ 측벽 보호막과 폴리머, 금속성 부산물이 남기 때문입니다. 보호막은 식각 중에는 필요하지만 끝나면 제거해야 다음 막이 잘 붙습니다.

**5. 시즈닝은 왜 하나요?**

→ 챔버 벽 상태가 식각률을 바꾸기 때문입니다. 챔버를 세정한 직후에는 벽이 깨끗해서 라디칼을 다르게 소모하므로, 더미 웨이퍼를 돌려 벽을 안정된 상태로 만든 뒤 제품을 넣습니다. 정비 직후 첫 Lot의 식각률이 다른 이유를 묻는 질문의 답이기도 합니다.

### Q 깊은 홀 식각에서 식각이 끝나기 전에 마스크가 다 닳아 버립니다. 어떻게 하겠습니까?

**1 현상** 남은 마스크 두께와 홀 깊이를 단면으로 확인합니다. 마스크가 전체적으로 얇아졌는지, 모서리만 깎여 홀 입구가 넓어졌는지에 따라 대책이 다릅니다.

**2 범위** 최근부터인지, 처음부터 마진이 없었는지. 들어온 마스크 두께(앞 공정)가 얇아지지 않았는지도 봅니다.

**3 가설** 이온 에너지가 높아 마스크 스퍼터가 큼, 폴리머 보호가 부족해 선택비가 낮음, 들어온 마스크가 얇음.

**4 확인** Bias·가스 유량 로그와 들어온 마스크 두께 이력을 대조합니다.

**5 조치·대가**

Bias를 낮추면 선택비는 오르지만 식각률이 떨어지고 ARDE·식각 멈춤 위험이 커질 수 있습니다. 폴리머 가스를 늘리면 선택비는 오르지만 식각 멈춤 위험이 커집니다. 근본책은 하드마스크를 두껍게 하거나 재질을 바꾸는 것인데, 앞 공정 변경이라 승인과 검증 기간이 필요합니다.

## Q 웨이퍼 중앙이 가장자리보다 빨리 깎입니다. 무엇을 보겠습니까?

|         |                                                                                                              |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 현상    | 몇 점을 잰는지, 계측 위치나 계측기가 바뀌지 않았는지(측정 문제인지) 먼저 확인합니다.                                                            |
| 2 범위    | 같은 챔버의 최근 추세, 다른 챔버와 비교. 막 두께 자체가 중앙이 얇게 들어오지 않았는지(앞 공정)도 확인합니다.                                             |
| 3 가설    | 플라즈마 밀도 분포(코일·전극 상태), 가스가 나오는 샤워헤드의 중앙·가장자리 분배, 척 온도 분포, 가장자리 부품(포커스 링) 마모.                                  |
| 4 확인    | 장비가 가진 중앙·가장자리 가스 분배 비율과 온도 존 설정이 바뀌었는지 로그 확인. 부품 사용 시간 확인.                                                  |
| 5 조치·대가 | 가스 분배 비율이나 온도 존으로 분포를 보정할 수 있지만, 레시피 변경이므로 CD·선택비가 함께 바뀌지 않는지 확인해야 합니다. 부품 마모가 원인이면 교체가 맞고, 장비 정지 시간을 감수합니다. |



## 읽은 것을 손으로 해 보기

### ICP 식각기 시뮬레이터와 공정엔지니어 미션

Source-Bias 파워, 압력, 가스를 직접 돌려 식각률과 단면이 어떻게 바뀌는지 볼 수 있습니다. 공정엔지니어 미션 #01에서는 같은 레시피인데 식각 깊이가 Spec을 벗어난 사건을 장비 로그와 측정 데이터로 추적합니다.

[semifabai.com/missions](https://semifabai.com/missions)

### 카카오톡 채널

새 자료 공개 소식을 채널에서 먼저 알려 드립니다. 채널을 추가해 두세요.

[pf.kakao.com/\\_VXHFX](https://pf.kakao.com/_VXHFX)

카카오톡 채널 검색: semifabai

## 다음 편: 자료 4

### 증착 면접 집중편

CVD, PVD, ALD 차이와 스텝 커버리지, 응력, 갭필. 자료실에서 지금 받을 수 있습니다.

#### 공정엔지니어 면접 자료 시리즈

|    |                                                    |       |
|----|----------------------------------------------------|-------|
| 01 | 공정엔지니어 면접, 판단을 말하는 법 상황형 질문과 PT 면접을 6단계로 푸는 법      | 받기 가능 |
| 02 | 반도체 8대 공정, 순서에 이유가 있다 두 가지 8대 공정, 열 예산, FEOL과 BEOL | 받기 가능 |
| 04 | 증착 면접 집중편 CVD, PVD, ALD 차이와 스텝 커버리지, 응력, 갭필        | 받기 가능 |
| 05 | 포토 면접 집중편 해상도와 초점 심도, 감광액과 PEB, 오버레이, EUV          | 받기 가능 |
| 06 | 수율과 SPC 수율 모델, 웨이퍼 맵 읽기, 관리도와 Cp-Cpk               | 받기 가능 |
| 07 | 진공·설비 기초 펌프와 게이지, 압력 제어, MFC, 리크와 RF 매칭            | 받기 가능 |
| 08 | 삼성전자 PT 면접 유형별 연습 문제 10선 시나리오형·데이터 해석형·조건 선택형·개선안형 | 받기 가능 |
| 09 | DRAM, NAND, HBM 구조를 면접 수준으로                        | 예정    |
| 10 | 미세화 트렌드 답변법 GAA, 3D NAND, 하이브리드 본딩                 | 예정    |
| 11 | 공정기술, 설비기술, 양산기술 직무 차이 지원 동기 쓰는 법                  | 예정    |
| 12 | 반도체 자소서와 1분 자기소개                                   | 예정    |

공개된 자료는 [semifabai.com/resources](https://semifabai.com/resources) 에서 받을 수 있습니다. 순서와 제목은 의견에 따라 바뀔 수 있습니다.

이 자료는 삼성전자, SK하이닉스와 관계없는 독립 학습 자료입니다. 공정 조건의 방향은 일반적인 경향이며 장비·막·세대에 따라 다릅니다. © 2026 세미랩 AI. 개인 학습용으로 자유롭게 쓰시고, 다른 곳에 올리실 때는 출처를 남겨 주세요.