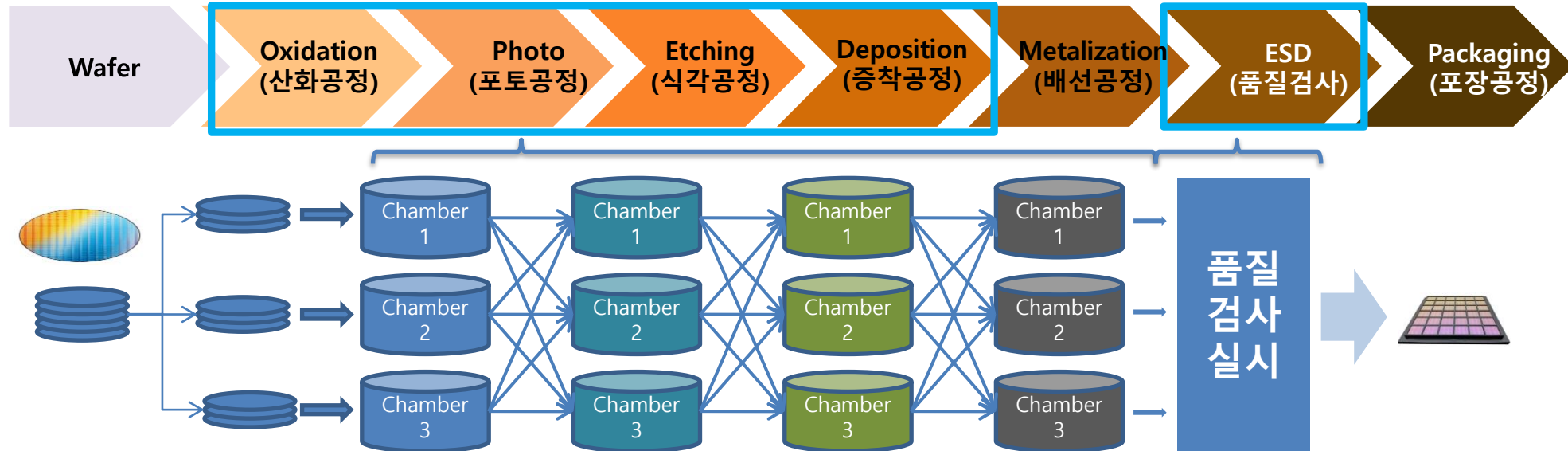


반도체 공정(참고자료)

공정의 이해

■ 공정의 이해



1. **Wafer** : 모래에서 뽑은 광물을 정화하여 순도 99.999%의 규소 생성 후, 해당 시료를 이용하여 Wafer 생성
2. **Oxidation** : 반도체 내 구조를 형성하는 산화막을 생성하는 작업
3. **Photo** : 반도체의 구조(Pattern)을 Wafer 위로 옮기는 작업
4. **Etching** : 화학적/물리적 수단을 이용하여, 반도체의 구조에 맞게 산화막 물질을 선택적으로 제거하는 단계
5. **Deposition** : 반도체 소자를 구동하기 위한 다양한 금속막(film)을 형성하는 작업
6. **Metallization** : 반도체에 전기적인 특성을 부여하는 작업
7. **Electrical Die Sorting (ESD)** : 제작된 Wafer의 여러 가지 검사를 통해 품질을 확인하는 작업
8. **Packing** : 완성된 제품을 포장(Packing) 하는 단계

공정의 이해

• Oxidation Process

- 750°C ~ 1100°C 에서 Oxide 산화물을 성장 시킴
- **산화물** : 반도체 공정에 필요한 물질로, 반도체 내 구조를 형성하는데 사용 (건물에 있어서 시멘트와 같은 역할)
다른 전기적 Device를 보호하거나 서로 다른 Layer를 구분할 때, 또는 외부의 이물질로부터 IC를 보호할 때, 산화물을 길러 사용
- **2가지 Oxidation 방식이 존재**
 - 1) **Wet** : 수증기가 반응에 참여하는 방식 ($\text{Si} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SiO}_2 + 2\text{H}_2$) / 첨가물이 Vapor
 - 2) **Dry** : 산소가스가 반응에 참여하는 방식 ($\text{Si} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SiO}_2$) / 첨가물이 Gas
- Dry 방식보다 Wet 방식이 반응속도가 더 빠르나, Dry 방식이 산화물을 더욱 **정확하게** 생성 할 수 있음
- 산화물의 생성 속도(산화물이 쌓인 높이 nm) 는 시간과 온도에 비례
- Dry 방식과 Wet 방식에 따라서 첨가물이 다르게 들어감
- 데이터에선 Photo공정을 하기 전에 실시된 산화공정 데이터로, Dry 방식으로 작동된 경우와 Wet 방식으로 작동된 2가지 경우가 있음
- Thickness 값이 700nm 이상일 때, 다음 Photo공정에서 문제없이 공정이 진행될 수 있음

공정의 이해

• PhotoLithography Process

- 반도체 공정에서 가장 중요한 공정
- 반도체의 Pattern 을 Wafer 위로 옮기는(Transfer)작업
- 감광물질(Photo resist)를 Wafer위에 입힌 뒤, Mask를 이용하여 감광물질을 반응하게 하는 빛을 쏘아 구조를 형성하는 방식
- **Photo공정 내 8개의 Process가 존재**
 1. **Vapor Prime** : Wafer를 준비하는 단계, Wafer를 증기에 노출시켜 표면을 Hydrophobic(소수성)을 띄도록 만든다.
 - Wafer에 이물질 제거 및 Resist를 쉽게 흡착 시킬 수 있도록 만든다.
 2. **Spin Coat** : Prime Wafer에 액체 Photo Resist 물질을 코팅한다.
 - Wafer를 회전판 위에 올려, 감광물질을 부으면서 회전판을 회전시켜 Resist 물질이 퍼지게 하는 작업
 3. **Soft Bake** : Coating의 쓰였던 용매를 제거하고 Wafer의 균일성 향상을 위해 Wafer를 굽는 작업
 4. **Alignment and Exposure** : Wafer에 감광물질에 빛을 쏘여, Pattern을 새기기 위하여, 빛이 노출되는 부분을 조절하는 Mask를 위에 올려, Wafer와 Mask와 Light Source를 정렬하고, 빛을 노출시키는 과정
 5. **Post-Exposure Bake (PEB)** : 감광물질이 빛에 노출된 직후, Develop과정 전에 Wafer를 살짝 굽는 작업
 6. **Develop** : Photoresist 감광물질에 Pattern이 생성되는 단계로, Spin / Spray / puddle 방법을 이용해, Wafer에 Pattern을 남기는 과정
 7. **Hard Bake** : 남아있는 감광물질을 증발시키고, Resist와 wafer사이의 접착을 향상시키는 작업
 8. **Develop Inspect** : 품질 검증 및 오류를 수정하는 작업 , Line Critical Dimension 을 확인하여, Transfer 된 구조 간의 거리를 확인한다. 25~55nm 사이로 CD 값이 나와야 적절히 공정이 진행되었다고 판단
- 데이터에서는 2개의 파일로 나뉘어 저 있으며, Spin Coat과정과 Soft Bake과정이 하나의 파일로 되어있고, Exposure과정이 다른 하나의 파일로 구성되어 있다.

• PhotoLithography Process

- **Resolution** : Lithography 과정에서 사용되는 중요한 지표로, 얼마나 미세한 Pattern을 구현하는가에 대한 척도
- Lithography에서 Resolution과정이 Critical Dimension을 결정하는 가장 중요한 요인
- Lithography 과정에서 UV Spectrum에 따라 Resolution이 달라짐
 - G – Line / H – Line / I – Line
 - Exposure : 단위 면적 당 $\text{Power} \times \text{Time} \Rightarrow \text{Energy}$
- Lithography에서 Resolution 수 있는 여러 가지 개선안을 찾는 것이 중요 (SCALPEL / IPL / DESIRE 등 ..)

공정의 이해

• Etching Process

- 화학적/물리적 수단을 이용하여, Wafer 표면 위에 원하지 않는 물질을 선택적으로 제거 하는 단계
- 2가지 Process가 존재, Dry Etching / Wet Etching (현재 데이터에선, Dry Etching을 사용)
- **Dry Etching**
 - 미세공정에 있어서 적합한 Process / 균일성이 좋으며, 매우 우수한 Profile (Etching된 Feature의 Sidewall 모양)
 - Gas 형태의 Plasma를 제거하려는 부분에 노출, 물리/화학적 Process가 동시에 진행
 - 불소 기반의 Source를 이용해 Plasma형태로 변환
 - 첨가물엔 H_2 와 O_2 가 존재
- **핵심 Parameter :**
 - **Etching Rate** : Process가 진행되는 중, Wafer 표면에 Material이 제거되는 속도
 - Etch Uniformity : Etching이 Wafer 표면에서 얼마나 균일하게 일어나는 지 파악
 - Etch Selectivity : 다른 Material의 Etching Rate에 비해 Etching 되는 재료의 비율
(동일한 조건에서 한 Film이 다른 Film에 비해 얼마나 빨리 Etching 되는가 나타내는 척도)
- 현재 주어져 있는 시간당 Etching Thickness를 이용해, Etching Rate를 계산하는 것이 중요

공정의 이해

• Implantation Process

- Wafer위에 전기적 특성을 부여하는 단계 , 반도체 결정구조에 Dopant (화학 물질에 도입되어 원래의 전기적 또는 광학적 특성을 변경시키는 미량의 불순물 원소)를 도입하여 전자적 특성을 부여
- 크게 2가지 타입의 공정이 존재, **Thermal Diffusion**과 **Ion Implantation** (현재 데이터는 Ion Implantation공정을 진행한 데이터)
 - Thermal Diffusion : 시간과 온도에 따라 Si 격자구조를 통해 Dopant가 이동하며, 전자적 특성이 부여됨
 - Ion Implantation : 고전압 이온충격을 통해 Dopant를 주입
- Ion Implantation 물리적인 Process로 기본적으로 화학반응이 없음
- Plasma를 먼저 생성한 뒤, 선택적으로 Ion을 전송하는 방식
- Annealing 과정을 병행하여 진행
 - Wafer 기판을 가열하면서, 원자의 격자 (Lattice) 사이에 손상된 부분을 수리 및 효과적인 Dopant 확산
 - Furnace Annealing : 800 ~ 1000°C에서 약 30분간 가열, 광범위하게 Dopant를 확산
 - Rapid Thermal Annealing (RTA) : 급속 열처리, Ar 또는 N₂를 이용해 불필요한 Dopant의 확산을 줄임
 - Furnace Annealing을 먼저 진행한뒤, 너무 많은 Dopant를 제어하기 위해, RTA를 실시