

# SEM(Scanning Electron Microscopy)

## 작동 원리 및 구성 요소



융복합섬유팀

# Introduction

## SEM (Scanning Electron Microscopy)

□ 고체상태에서 작은 크기의 미세조직과 형상을 관찰 할 때 쓰이는 전자 현미경

□ 분석능력

-Resolution : 0.2nm

-Magnification : ~300000

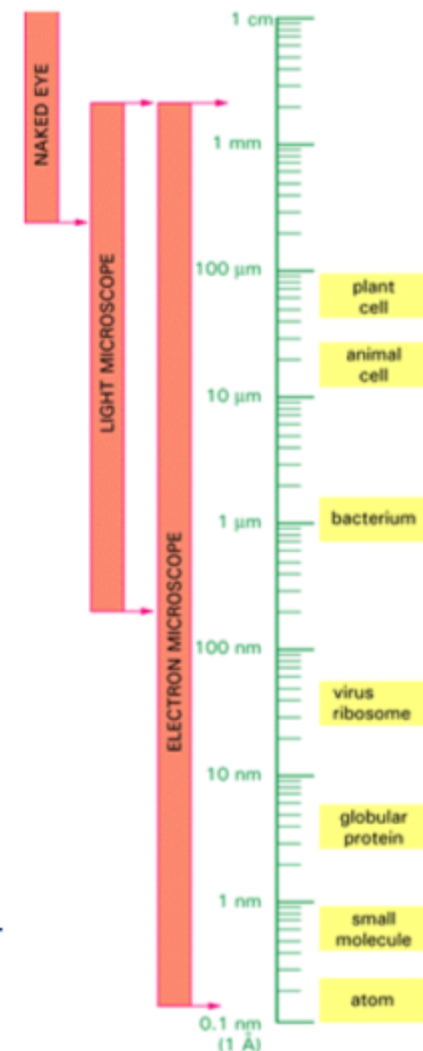
□ 시편에 충돌 시 발생하는 2차 전자를 사용하여 상을 만든다

□ 장 점

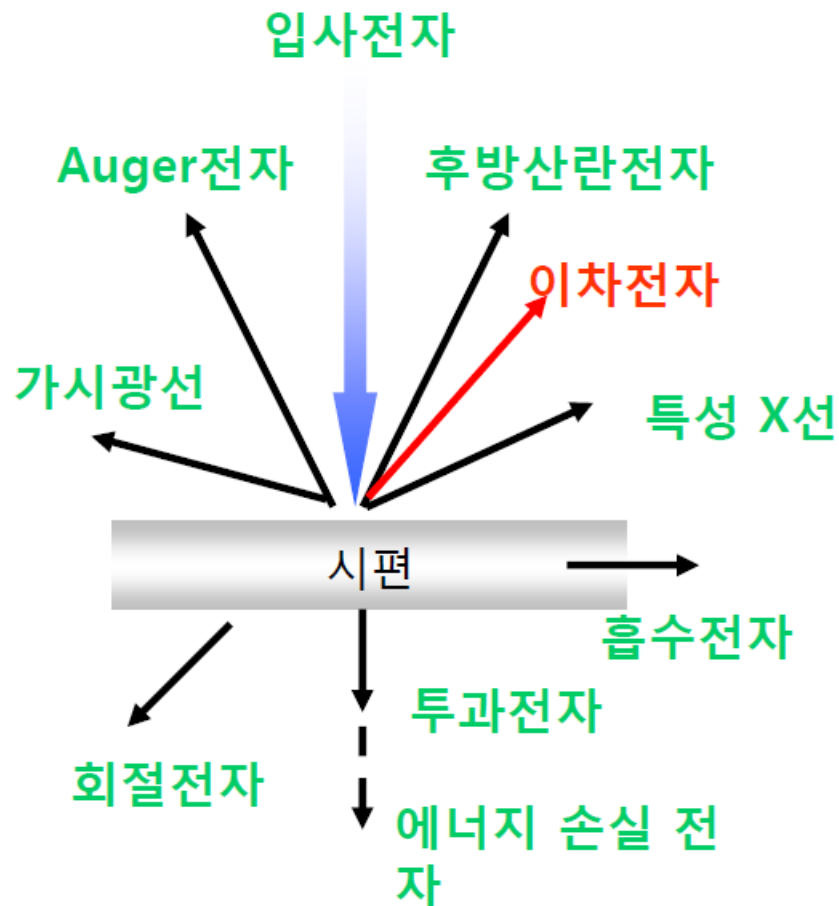
- 초심도가 깊다
- 사용배율의 범위가 넓다
- 기기조작 시료 취급이 용이
- 분석 소요시간이 짧다
- TEM에 비해 시편준비 간편

□ 단 점

- TEM 에 비해 해상력 낮다
- 진공 유지가 필수적이다
- 액체, 젖은 시료 취급 불가



## 2차 전자 발생



Emitting signal electron from the specimen

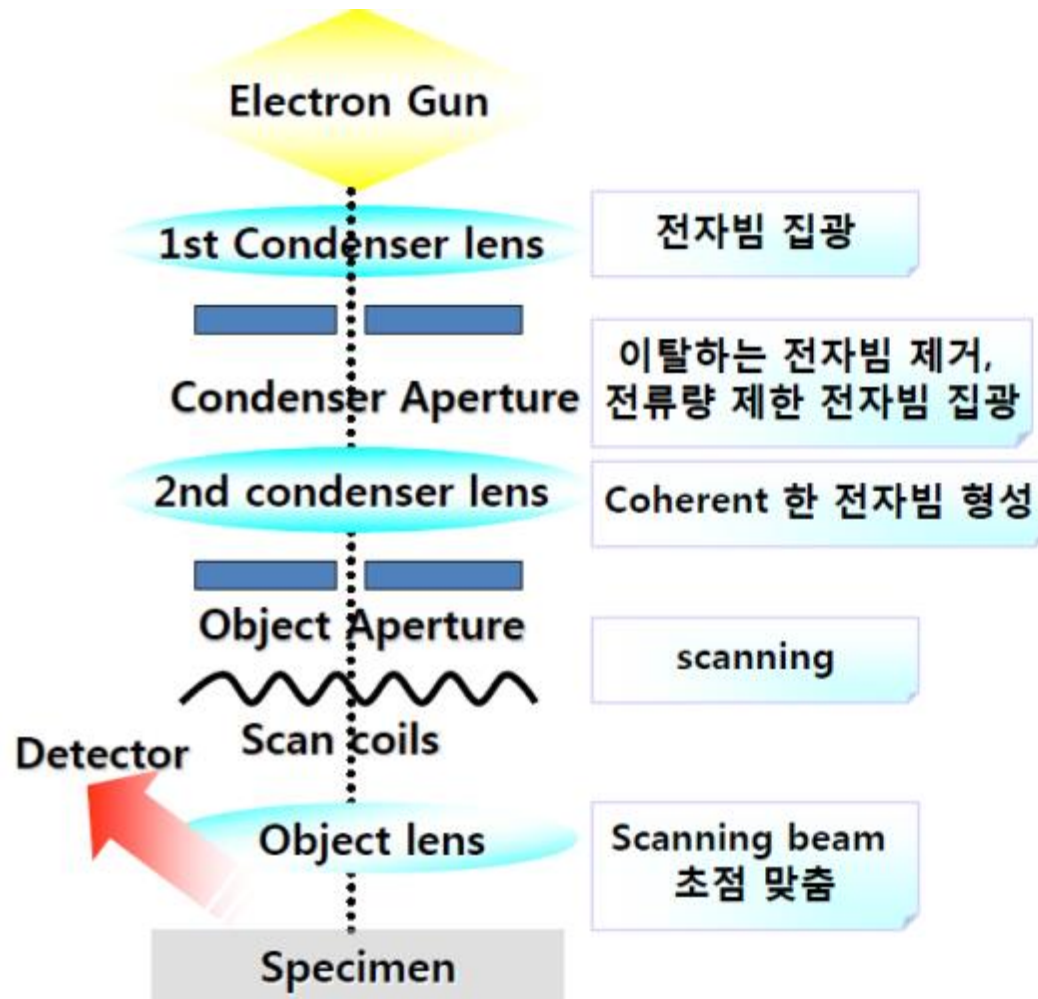
### 탄성산란(Elastic Scattering)

- ✓ 에너지를 잃지 않은 채 방향만 바꾼 전자
- ✓ 원자핵과 충돌 (backscattered electron)
- ✓ 시편을 빠져 나가기 전 다른 원자들과 상호작용으로 인하여 2차전자 발생
- ✓ backscattered electron이 전자현미경 내부부품과 충돌하여 2차전자 발생  
이때 시편에서 나온 2차전자들과 섞여 noise 로 작용

### 비탄성 산란(Inelastic Scattering)

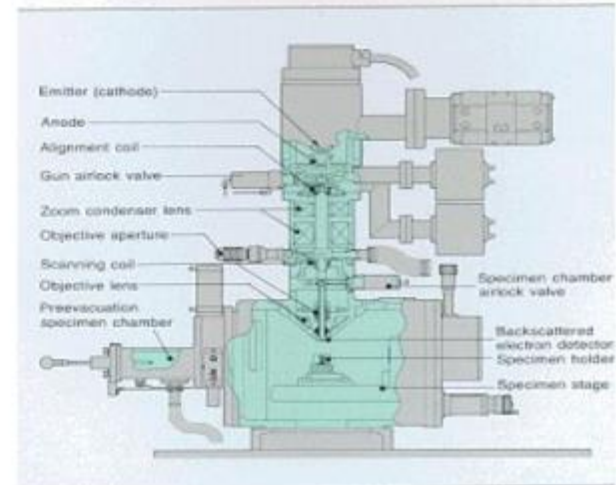
- ✓ 입사빔보다 낮은 에너지 혹은 2차전자 발생
- ✓ 2차전자들은 0~50eV 에너지를 가짐
- ✓ 2차전자 detector에 의해 image 형성

# SEM 작동원리



Schematic drawings of SEM

Structure of SEM

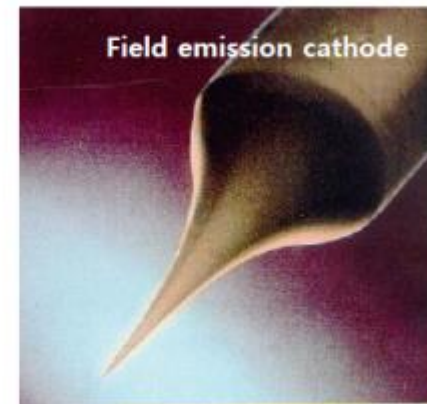
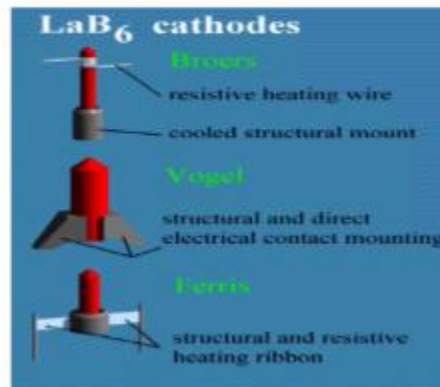
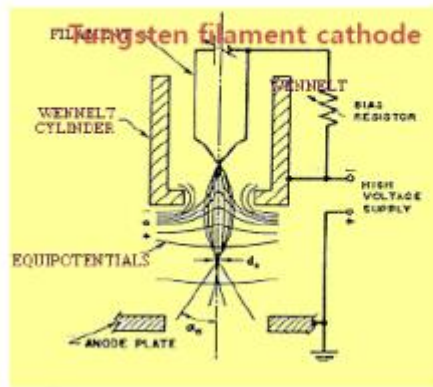


# SEM 구성요소(1)

- ◆ **Vacuum system**- Remove air molecules :  $10^{-5} \sim 10^{-7}$  Torr
- ◆ **Electrical Optical System** – Focus and control the e-beam

## *Electron Gun*

- ✓ Tungsten filament cathode : 약 2700K 가열되어 열전자 방출
- ✓ LaB<sub>6</sub> filament cathode : LaB<sub>6</sub> 과 같은 희토류산화물 높은 열전자 방출
- ✓ Field emission cathode : 필라멘트 표면에 고압의 전위차를 걸어주어 전자를 방출





## *Condenser lenses*

- ✓ 2nm 이하 크기의 spot 을 형성(작을 수록 분해능 증가)
- ✓ 렌즈에 고정된 조리개를 통하여 spot size를 줄이거나 수차 조절

## *Object lenses*

- ✓ Deflection coil : scan generator 연결되어 표면에 형성된 spot 을 체계적으로 이동
- ✓ Stigmator : CRT 화소 (pixel)는 둥근데 반해 2차전자빔은 둥글지 않다  
이 때 비점수차 발생. Stigmators를 이용하여 교정

## *Apertures*

- ✓ 50~200 micrometer
- ✓ Apertures 작으면 spot size 감소, 통과하는 전자 수 감소,
- ✓ 구면 수차 감소 ,depth of field 증가

## ◆ Specimen stage – Insertion and manipulation

- ✓ Magnification
- ✓ Contrast
- ✓ Resolution
- ✓ Depth of field

### *Specimen preparation*

- ✓ 부도체의 경우 1차전자의 전하가 표면에 쌓여 방전됨

### *Specimen coating*

- ✓ 20~30nm 두께로 gold, platinum 코팅
- ✓ 정전하 방지
- ✓ 우수한 2차전자 발생
- ✓ 입사빔 시편과 충돌시 열 방출

### *Sputter Coating procedure*



### **Ion-coater**

- ✓ 1~3kV 전압
- ✓ Argon gas
- ✓ Rotary vacuum pump(100m Torr)

# 분해능(Resolution)

- 현미경 관찰 시 작은 부위를 확실히 분간할 수 있는 성능을 말함



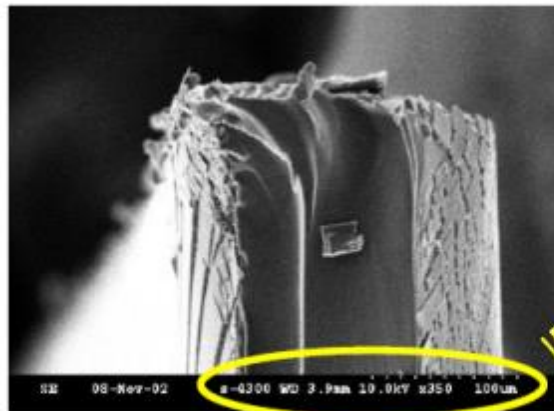
- 전자현미경에서의 분해능은 대략 0.2nm

- 0.2nm보다 멀리 떨어져 있는 것들만이 2개로 보이고  
이보다 더 가까운 경우에는 1개로 보인다.

- **High resolution mode:** small spot size, short working distance, small aperture  
그러나 2차 전자의 수를 감소하는 단점



# Example

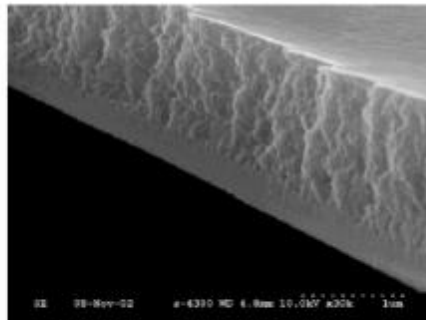
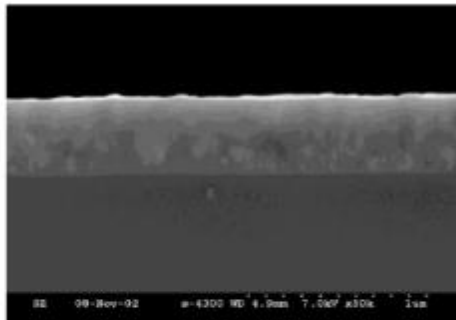


s-4300 WD 3.9mm 10.0kV x350 100um

가속전압  
대물렌즈와 시편 사이의 거리

배율

눈금의 크기



같은 가속전압과 같은 배율로 시편을 관찰하였으나 다른 양상을 보여주고 있다. 즉 조건이 같더라도 시편에 종류에 따라 영상의 질은 달라진다.!!!

출처 : <http://contents.kocw.net>