

전자현미경의 발달사

박창현, 엄창섭
고려대학교 의과대학

4년간의 자료수집으로 전자현미경의 역사를 완성할 수 있었습니다. 많이 참고 하세요

1. 유리의 발견

연도	내용
BC	유리의 제조 및 발견: 정확히 모름
BC 4500	유리 기록 발견 : 메소포타미아
BC 2500	유리 발견 : 투명 유리 또는 유리 구슬(이집트)
1C	유리제조기록 : 플리니우스의 박물지(Plinius Secundus,로마)에 소개
2C	유리의 확대력 발견 : K. Ptolemaeos(그리스 천문학자)

2. 광학현미경 개발 및 개선과 관련된 중요 사건

연도	내용
1595	Zacharias Janssen(네덜란드)이 복합현미경 발명
1660	Johannes Faber(이탈리아)가 Microscope(Microscopium)란 용어 명명
1660	Antonie van Leeuwenhoek(네덜란드) 가 단순 현미경 발명
1665	Robert Hooke의 현미경제작 및 Cell 발견,고전적 condensor lens system 도입
1733	Chester M Hall(영국)이 achromat 개발
1830	Joseph Jackson Lister(영국)가 비구면 렌즈 개발
1836	Sir George Biddell Airy(독일), Airy disk 발견
1846	Carl Zeiss 회사 창립
1855	Giovanni Amici(Italia)가 water-immersion objective 발명
1876	Reichert 회사 창립(Carl Reichert)
1886	Ernst Abbe가 광학현미경의 분해능의 한계 발견과 apochromat, oil-immersion lens개발

3. 전자현미경 개발을 위한 기초 이론의 발달

연도	내용
1895	W. Roentgen(독일)이 X-ray 발견
1897	Sir J. J. Thomson(독일)이 Electron 발견
1924	Louis de Broglie(프랑스)가 전자파동설 제안
1926	Hans Busch가 전자에 대한 자계의 렌즈작용 이론화
1931	Max Knoll & Ernst Ruska의 TEM 발명($\times 17.4$)

4. Ruska 등의 전자현미경 배율을 증가시키기 위한 노력

연도	배율	구성요소
1931	17.4X	집속렌즈, 대물렌즈
1933	12,000X	대물렌즈에 pole piece 적용
1938	30,000X	집속렌즈, 대물렌즈에 pole piece, 투사렌즈, 사진판, 시료방의 사전배기장치
1954	100,000X	2단 집속렌즈를 도입하여 시료에 대한 열영향 방지

5. 주사전자현미경의 이미지를 개선시키기 위한 노력

연도	연구자	주사속도	주사선속 직경	특기사항
1935	Knoll	200 lines, 50 frames/sec	100 μm	전자주사선속 스캐너 방식, 렌즈를 사용하지 않음
1938	Ardenne	20 min	10 nm	TEM과 같이 필름을 투과된 전자에 직접 노출시킴
1942	Zworykin	10 min	50 nm	가속전압 10 kV, 4단 정전렌즈 사용, CRT 사용
1952	McMullan	5 min	50 nm	가속전압 15-20 kV, 시료의 관찰각을 증가시켜 실제적인 3차원 이미지 획득
1955	Smith		25 nm	McMullan 현미경 개선, 금속 코팅 방법 도입으로 생물시료 관찰
1965	Pease & Nixon*		5 nm	high resolution의 개념 도입

6. 생명과학 분야에 이용되는 전자현미경의 발달 과정

연대	내용
1934	B. L. Marton의 생물시료관찰: 최초로 성공
1935	Max Knoll의 SEM 원리제안
1938	M. von Ardenne(독일)의 SEM 발명
1940	일본의 EM 개발 - Hitachi에서 HU-1 제작
1942	Vladimir Kosma Zworykin(러시아)의 SEM 개선
1949	네덜란드의 EM 개발 - Philips에서 EM100(5nm) 제작
1962	영국 Cambridge사의 SEM 상용화
1965	500kV 고압전자현미경(HVEM) 개발 - Hitachi, HU-500
1966	일본 SEM 개발(JEOL사의 SEM 시판)
1966	1MV 고압전자현미경 개발 - JEOL과 Hitachi
1969	SEM 발전 - 15nm(Hitachi, HSM-2)

7. 최근의 전자현미경 개발 현황

연대	내용
1970	3.0MV 초고압전자현미경(UHVEM)개발 - Hitachi(H-1000)
1972	FESEM 개발 - Hitachi(HFS-2), 분해능 5nm/현재 1nm
1986	In-lens SEM 개발 - Hitachi(S-900), 분해능 0.7nm/현재 0.5nm
1989	FETEM 개발 - Hitachi(HF-2000)
1990	LVSEM 또는 NSEM, VPSEM 개발 - JEOL(JSM-5400LV)
1995	3.5MV 초고압전자현미경 - Hitachi(H-3000)
1997	ESEM 개발 - Philips(XL-30)
2000	1M FE-TEM 개발 - Hitachi(H-1000FT)
2003	더 좋은 현미경 개발을 위한 부단한 노력

8. 국내 전자현미경 도입 역사

연대	내용
1958	최초 기증도입(경북대학교 안영필 교수) : HM-3, Hitachi
1958	기증도입(육군기술연구소) : SM-C2, Shimazu
1961	국내 최초 도입(성균관대학교, \$18,000) : HS-6, Hitachi
1966	건국대학교에 도입 : TRS-50, Akashi
1968	연세대학교 의과대학 : HU-11-E, Hitachi
2003	1520대 도입