

第一章

组织形貌分析概论

组织形貌分析概论

1.组织形貌分析的显微术 

2.光学显微镜 

3.电子显微镜 

4. 扫描探针显微镜 

1.组织形貌分析的显微术

- 微观结构的观察和分析对于理解材料的本质至关重要。一部探索微观世界的历史，是建立在不断发展的显微技术之上的。
- 从光学显微镜到电子显微镜，再到扫描探针显微镜，人们的观测显微组织的能力不断提高，现在已经可以直接观测到原子的图像。



2. 光学显微镜

- 它的最高分辨率为 $0.2\mu\text{m}$ ，比人眼的分辨率提高了**500**倍。
- 光学显微镜最先用于在医学及生物学方面，直接导致了细胞的发现，在此基础上形成了**19**世纪最伟大的三大发现之一——细胞学说。
- 冶金及材料学工作者利用显微镜观察材料的显微结构，

光学显微镜的分辨本领

- 衍射使物体上的一个点在成像的时候不会是一个点，而是一个衍射光斑。如果两个衍射光斑靠得太近，它们将无法被区分开来。
- 分辨率与照明源的波长直接相关，若要提高显微镜的分辨本领，关键是要有短波长的照明源。
- 紫外线波长比可见光短。由于绝大多数样品物质都强烈地吸收短波长紫外线，因此，可供照明使用的紫外线限于波长200~250nm的范围。用紫外线作照明源，用石英玻璃透镜聚焦成像的紫外线显微镜分辨本领可达100nm左右，比可见光显微镜提高了一倍。
- X射线波长很短，在10~0.05nm范围， γ 射线的波长更短，但是由于它们直线传播且具有很强的穿透能力，不能直接被聚焦，不适用于显微镜的照明源。
- 波长短，又能聚焦成像的新型照明源成为迫切需要。



3. 电子显微镜

- 1924年，德国物理学家德布罗意（**De Broglie**）提出，运动的实物粒子都具有波动性质，后来被电子衍射实验所证实。运动电子具有波动性使人们想到可以用电子束作为电子显微镜的光源。
- 1926年布施（**Busch**）提出用轴对称的电场和磁场聚焦电子线。
- 在这两个理论基础上，1931~1933年鲁斯卡（**Ruska**）等设计并制造了世界第一台透射电子显微镜。
- 用于组织形貌分析的扫描电子显微镜（**SEM**）是在1952年由英国工程师**Charles Oatley**发明的。

扫描电镜

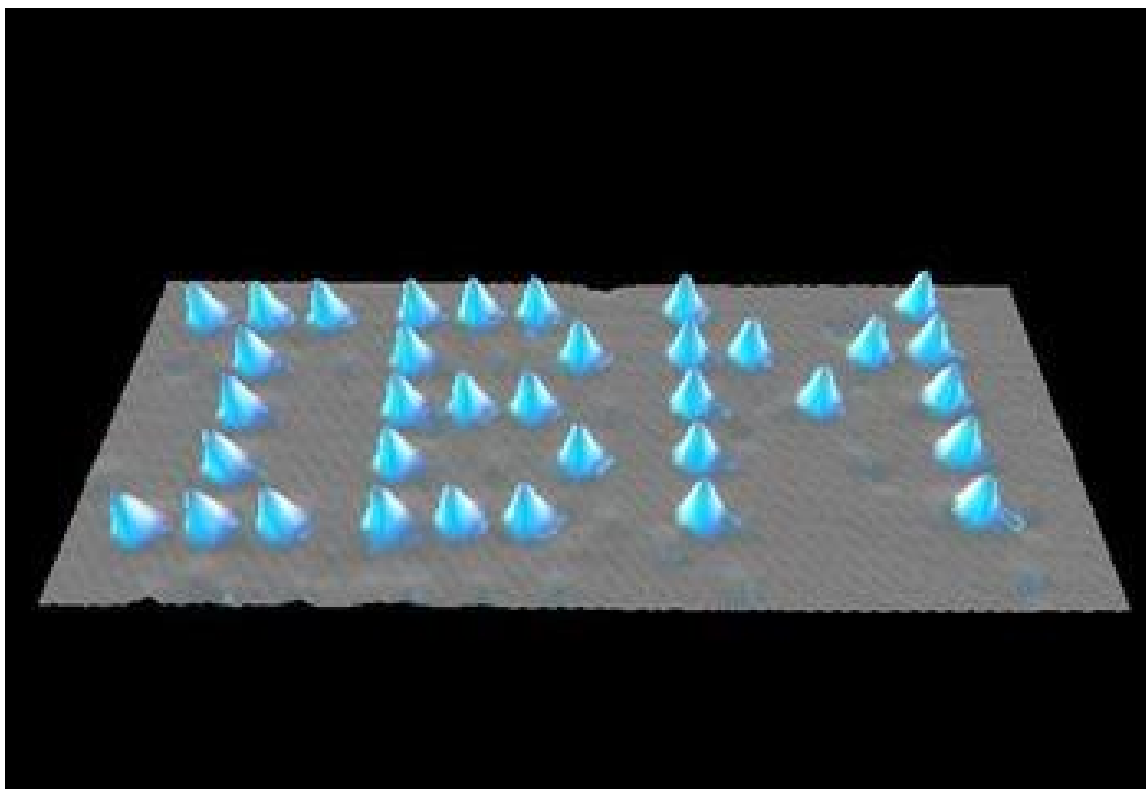
- 扫描电子显微镜是将电子枪发射出来的电子聚焦成很细的电子束，用此电子束在样品表面进行逐行扫描，电子束激发样品表面发射二次电子，二次电子被收集并转换成电信号，在荧光屏上同步扫描成像。由于样品表面形貌各异，发射二次电子强度不同。对应在屏幕上亮度不同，得到表面形貌像。
- 目前扫描电子显微镜的分辨率已经达到了2nm左右。
- 扫描电镜与X射线能谱配合使用，使得我们在看到样品的微观结构的同时，还能分析样品的元素成分及在相应视野内的元素分布。



4. 扫描探针显微镜

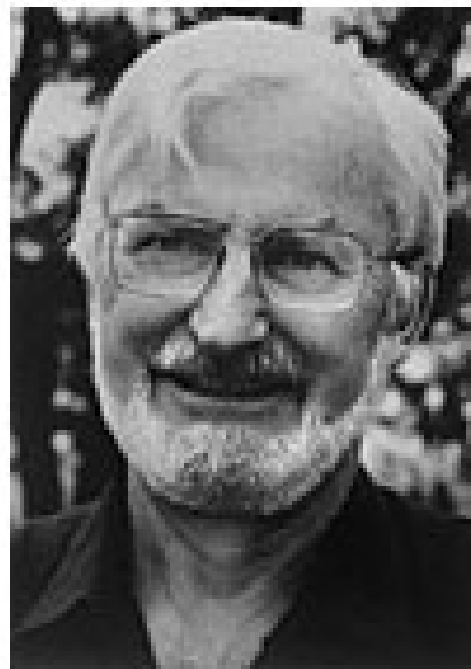
- 1983年，IBM公司的两位科学家Gerd Binnig和Heinrich Rohrer发明了所谓的扫描隧道显微镜（STM）。这种显微镜比电子显微镜更新奇，它完全失去了传统显微镜的概念。
- 扫描隧道显微镜依靠所谓的“隧道效应”工作。隧道扫描显微镜没有镜头，它使用一根探针。探针和物体之间加上电压。如果探针距离物体表面很近——大约在纳米级的距离上——隧道效应就会起作用。电子会穿过物体与探针之间的空隙，形成一股微弱的电流。如果探针与物体的距离发生变化，这股电流也会相应的改变。这样，通过测量电流可以探测物体表面的形状，分辨率可以达到原子的级别。

扫描隧道显微镜图像



图中的“IBM”是由单个原子构成的

三位诺贝尔物理学奖获得者



从左至右Ernst Ruska， Gerd Binnig和Heinrich Rohrer
分别因为发明电子显微镜和扫描隧道显微镜而分享1986年的诺贝尔物理学奖

