

一种显微镜

相关申请的交叉引用

本申请基于申请号为 202010494563.6、申请日为 2020 年 06 月 03 日的中国专利申请提出，并要求中国专利申请的优先权，该中国专利申请的全部内容在此引入本申请作为参考。

技术领域

本申请属于电子设备技术领域，具体地说，涉及一种显微镜。

背景技术

扫描电子显微镜(SEM)，其利用聚焦的电子束来扫描样品，通过电子束与样品的相互作用，来激发各种物理信息，对这些信息收集、放大、再成像以达到对物质微观形貌表征的目的，扫描电子显微镜在观察材料表面形貌领域应用广泛。

纳米 X 射线显微镜 (Nano-CT) 是用 X 射线束对样品某部一定厚度的层面进行扫描，由探测器接收透过该层面的 X 射线，转变为可见光后，由光电转换变为电信号，经过计算机处理后构成三维的 CT 图像。CT 图像可体现样品的几何信息和结构信息等。前者包括样品的尺寸、体积和各点的空间坐标，后者包括样品的衰减值、密度和多孔性等材料学信息。

现有技术中，当同一件样品需要扫描电子显微镜(SEM)，又需要纳米 X 射线显微镜 (Nano-CT) 进行探测时，则需要将样品放置扫描电子显微镜中探测后，再将样品放置纳米 X 射线显微镜中探测，该过程探测效率慢，并且样品多次安装在相应的样品台上容易产生损坏的风险。

有鉴于此特提出本申请。

发明内容

本申请要解决的技术问题在于克服现有技术的不足，提供一种显微镜，样

品通过一次安装，完成扫描电子显微镜对样品的探测和纳米 X 射线显微镜对样品的探测的双功能探测。

为解决上述技术问题，本申请采用技术方案的基本构思是：一种显微镜，包括：

5 电子光学镜筒，用于发射扫描电子束；

样品台，用于放置样品；

靶材，可移动的设置于所述电子光学镜筒和所述样品台之间；

驱动机构，所述驱动机构驱动所述靶材在第一位置和第二位置移动，所述第一位置为所述电子束作用于所述样品上的位置，所述第二位置为所述电子束
10 作用于所述靶材上产生 X 射线照射于所述样品上的位置。

进一步的，还包括第一偏转装置，所述第一偏转装置设置于所述电子光学镜筒与所述靶材之间，用于改变入射到所述靶材前的所述电子束的运动方向。

进一步的，还包括安装座，所述安装座上设置有至少一个安装位，每个所述安装位用于安装不同的所述靶材。

15 进一步的，所述第一偏转装置与所述安装座连接，所述安装座与所述驱动机构连接。

在一些可选的实施方式中，所述安装座设置有冷却管路，用于对所述靶材进行冷却。

在一些可选的实施方式中，所述样品台下方设置有 X 射线探测器。

20 在一些可选的实施方式中，所述电子光学镜筒下端连接有真空腔室，所述样品台位于所述真空腔室内，所述样品台设置于所述电子光学镜筒下方。

进一步的，所述真空腔室对应于所述样品台下方设置有真空窗。

进一步的，所述真空窗下方设置有 X 射线探测器。

在一些可选的实施方式中，所述样品台通过升降机构与所述真空腔室连接，
25 用于带动所述样品台在所述真空腔室内升降运动。

采用上述技术方案后，本申请与现有技术相比具有以下有益效果。

本申请提供的显微镜，通过在电子光学镜筒和样品台之间设置可移动的靶

材, 电子光学镜筒发射的扫描电子束可选择地直接作用于样品上, 或者作用于靶材上产生 X 射线, 生成的 X 射线照射于样品上。实现了样品一次安装, 完成扫描电子显微镜对样品的探测和纳米 X 射线显微镜对样品的探测的双功能探测。

5 下面结合附图对本申请的具体实施方式作进一步详细的描述。

附图说明

附图作为本申请的一部分, 用来提供对本申请的进一步的理解, 本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请, 但不构成对本申请的不当限定。显然, 下面描述中的附图仅仅是一些实施例, 对于本领域普通技术人员来说, 在不付出创造性劳动的前提下, 还可以根据这些附图获得其他附图。在附图中:

图 1 是本申请提供的显微镜靶材位于第二位置的结构示意图;

图 2 是本申请提供的显微镜靶材位于第一位置的结构示意图。

图中: 1、电子光学镜筒; 101、电子源; 102、第二偏转装置; 103、物镜系统;

15 2、安装座; 3、驱动机构; 4、冷却管路; 5、真空腔室; 6、第一偏转装置; 7、靶材; 8、样品; 9、样品台; 10、升降机构; 11、X 射线探测器; 12、真空窗。

需要说明的是, 这些附图和文字描述并不旨在以任何方式限制本申请的构思范围, 而是通过参考特定实施例为本领域技术人员说明本申请的概念。

20 具体实施方式

为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚, 下面将结合本申请实施例中的附图, 对实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述, 以下实施例用于说明本申请, 但不用来限制本申请的范围。

在本申请的描述中, 需要说明的是, 术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或

25 “右”、“竖直”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或

位置关系，仅是为了便于描述本申请和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请的限制。

在本申请的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

如图 1 至图 2 所示，本申请提供一种显微镜，包括电子光学镜筒 1、样品台 9、靶材 7、驱动机构 3。

电子光学镜筒 1 用于发射扫描电子束，样品台 9 用于放置样品 8，靶材 7 可移动的设置于电子光学镜筒 1 和样品台 9 之间，驱动机构 3 驱动靶材 7 在第一位置和第二位置移动，第一位置为电子束作用于样品 8 上的位置，第二位置为电子束作用于靶材 7 上产生 X 射线照射于样品 8 上的位置。

当驱动机构 3 驱动靶材 7 移动到第一位置时，电子光学镜筒 1 发射的扫描电子束能够直接作用于样品 8 上，实现了扫描电子显微镜对样品 8 的探测。

当驱动机构 3 驱动靶材 7 移动到第二位置时，电子光学镜筒 1 发射的扫描电子束能够作用于靶材 7 上产生 X 射线，产生的 X 射线照射于样品 8 上，样品台 9 下方设置有 X 射线探测器 11。实现了纳米 X 射线显微镜对样品 8 的探测。由电子光学镜筒 1 发射的扫描电子束能够产生直径非常小的束斑，所以 X 射线显微镜达到纳米级。

通过在电子光学镜筒 1 和样品台 9 之间设置可移动的靶材 7，电子光学镜筒 1 发射的扫描电子束可选择的作用于样品 8 上，或者作用于靶材 7 上产生 X 射线，产生 X 射线照射于样品 8 上。实现了样品 8 一次安装，完成扫描电子显微镜对样品 8 的探测和纳米 X 射线显微镜对样品 8 的探测的双功能探测。

需要说明的是，第一位置为电子光学镜筒 1 发射的扫描电子束作用不到

靶材 7 上，但是能够作用于样品 8 上的位置，第二位置为电子光学镜筒 1 发射的扫描电子束能够作用到靶材 7 的位置。

具体的，电子光学镜筒 1 用于产生电子束，并将发射扫描电子束，电子光学镜筒 1 包括电子源 101、电子加速结构、物镜系统 103。

5 电子源 101 用于产生发射电子束。电子加速结构为阳极，沿着电子束发射方向，用于形成一电场，增加电子束的运动速度。物镜系统 103 用于控制电子源 101 所发出电子束的束流大小和电子束前进方向。

物镜系统 103 包括物镜和第二偏转装置 102，物镜可以为磁透镜、或者是电透镜、或者是电磁复合透镜。第二偏转装置 102 可以为磁偏转装置，或者
10 者是电偏转装置。第二偏转装置 102 用于改变电子源 101 发射出的电子束的运动方向，能够产生任意偏转方向的扫描场。

在一些可选的实施方式中，由于电子束作用于靶材 7 上产生 X 射线会产生热量，电子束长时间作用于靶材 7 上，作用点处会产生局部区域高温，容易对靶材 7 产生损耗，电子光学镜筒 1 包括第二偏转装置 102，由于第二偏
15 转装置 102 对电子束的作用可以改变电子束的运动方向，电子光学镜筒 1 会发出扫描电子束，电子束是扫描作用于靶材 7 上产生 X 射线，电子束作用于靶材 7 上的作用点不断变化，可以避免靶材 7 局部区域高温，增加靶材 7 的使用寿命。

电子源 101 所产生电子束的光轴为主光轴，入射到靶材 7 前的电子束与
20 主光轴之间的夹角为入射角。

电子光学镜筒 1 包括物镜，物镜用于控制电子束的束流大小，为了保证电子束入射到靶材 7 上，产生更集中的 X 射线，要通过物镜聚焦电子束，使得电子束的束斑位置作用于靶材 7。

由于第二偏转装置 102 设置于物镜前，在靶材 7 与电子光学镜筒 1 之间的
25 距离不变的情况下，在保证电子束的束斑位置作用于靶材 7 的前提下，入射角的角度调整范围有限，如果入射角偏大，电子束的束斑的位置就会在靶材 7 的上方，这样会导致产生的 X 射线不集中，照射于样品 8 后，纳米 X 射

线显微镜对样品 8 的成像像差大，不清楚。

为了克服上述问题，保证纳米 X 射线显微镜成像清楚，减少像差。本申请提供的显微镜还包括第一偏转装置 6，第一偏转装置 6 设置于电子光学镜筒 1 与靶材 7 之间，用于改变入射到靶材 7 前的电子束的运动方向。第一偏转装置 6 可以为磁偏转装置，或者是电偏转装置。

电子光学镜筒 1 发出扫描电子束，经过第一偏转装置 6，第一偏转装置 6 对扫描电子束运动方向进行改变后，入射到靶材 7 上。电子光学镜筒 1 发出扫描电子束入射到靶材 7 之前，经过第一偏转装置 6 对入射到靶材 7 之前的扫描电子束进行偏转调整，在保证电子束的束斑位置作用于靶材 7 的前提下，入射角的角度可以进行更大范围调整，扫描电子束可以以更大的入射角入射到靶材 7 上，便于对入射到靶材 7 之前的扫描电子束进行调整，确保产生的 X 射线集中，照射于样品 8 后，纳米 X 射线显微镜对样品 8 的成像清楚，可以减少像差。

在一些可选的实施方式中，本申请提供的显微镜还包括安装座 2，安装座 2 上设置有至少一个安装位，每个安装位用于安装不同的靶材 7。

靶材 7 安装于安装座 2 上，安装座 2 上设置有多个安装位，每一个安装位可以安装一个靶材 7，多个安装位上可以安装不同厚度的靶材 7，或者不同材质的靶材 7，扫描电子束作用于不同厚度的靶材 7，或者不同材质的靶材 7，产生的 X 射线的立体角不同，X 射线的强度不同，所以可以产生不同的 X 射线去照射样品 8。

靶材 7 的选择是根据样品 8 的密度来决定的。如果被测样品 8 的密度较高，则要求 X 射线的硬度大，穿透物体的能力大，可选择原子序数高的元素作为靶材 7。如果被测样品 8 的密度较低，内部组织较疏松，则要求 X 射线的硬度较小，穿透物体的能力较小，可选择原子序数较低的元素作为靶材 7。

可选的靶材 7 有：金、钨、银、铈、铬、镍等原子序数较高的元素。

本领域技术人员可以根据实际需要，自行选择不同厚度或不同材质的靶材 7 安装到相应的安装位上，当需要哪个靶材 7 时，控制驱动机构 3 驱动需

要的靶材 7 至第二位置，扫描电子束作用于需要的靶材 7 上会产生需要的 X 射线照射于样品 8 上。

在一些可选的实施方式中，安装座 2 设置有冷却管路 4，用于对靶材 7 进行冷却。

- 5 安装座 2 设置有冷却管路 4，冷却管路 4 中通入冷却液，冷却管路 4 设置有进液口和出液口，冷却液由进液口进入，带走靶材 7 的热量从出液口流出，实现了对靶材 7 的散热，增加靶材 7 的使用寿命。

冷却液可以为水溶型冷却液，或者是乳化液，或者是油基等。优选的，冷却液为水。

- 10 在一些可选的实施方式中，第一偏转装置 6 与安装座 2 连接，安装座 2 与驱动机构 3 连接。

具体的，驱动机构 3 可以为伸缩杆机构，或者是液压杆机构，转动机构，或者是其它可实现带动安装座 2 移动或转动的机械结构。

- 15 第一偏转装置 6 设置在安装座 2 上，第一偏转装置 6 与安装座 2 连接，驱动机构 3 与安装座 2 连接，由于第一偏转装置 6 与安装座 2 连接在一起，驱动机构 3 驱动安装座 2 移动时，同时带动第一偏转装置 6 一起移动，实现驱动机构 3 同时驱动安装座 2 和第一偏转装置 6 移动。

- 20 在一些可选的实施方式中，本实施方式可以包括两个驱动机构 3，第一驱动机构与安装座 2 连接，第一驱动机构单独驱动安装座 2 的移动，第二驱动机构与第一偏转装置 6 连接，第二驱动机构单独驱动第一偏转装置 6 的移动。

- 25 在一些可选的实施方式中，第一偏转装置 6 设置在安装座 2 上，第一偏转装置 6 与安装座 2 连接，驱动机构 3 与第一偏转装置 6 连接，由于第一偏转装置 6 与安装座 2 连接在一起，驱动机构 3 驱动第一偏转装置 6 移动时，同时带动安装座 2 一起移动，实现驱动机构 3 同时驱动安装座 2 和第一偏转装置 6 移动。

如图 1 至图 2 所示，本申请提供的一种显微镜，由上至下依次包括电子

光学镜筒 1，电子光学镜筒 1 下端连接有真空腔室 5，样品台 9 位于真空腔室 5 内，样品台 9 设置于电子光学镜筒 1 下方。位于真空腔室 5 内，电子光学镜筒 1 与样品台 9 之间依次设置第一偏转装置 6 和安装座 2，安装座 2 上安装有靶材 7，第一偏转装置 6 与安装座 2 连接，驱动机构 3 与安装座 2 连接，
5 驱动机构 3 同时驱动安装座 2 和第一偏转装置 6 移动，从而带动靶材 7 在第一位置和第二位置移动。真空腔室 5 对应于样品台 9 下方设置有真空窗 12。真空窗 12 下方设置有 X 射线探测器 11。样品台 9 通过升降机构 10 与真空腔室 5 连接，用于带动样品台 9 在真空腔室 5 内升降运动。

如图 1 所示，当驱动机构 3 驱动第一偏转装置 6 与安装座 2，从而带动
10 靶材 7 移动到第二位置时，实现纳米 X 射线显微镜对样品 8 的探测的功能。

具体的，电子源 101 产生的电子束经电子加速结构后，增加运动速度。经电子加速结构加速的电子束，经物镜系统 103 聚焦和改变运动方向后向下方运动，电子光学镜筒 1 发出扫描电子束，经过第一偏转装置 6，第一偏转装置 6 对扫描电子束运动方向进行改变后，入射到靶材 7 上。在保证电子束
15 的束斑位置作用于靶材 7 的前提下，第一偏转装置 6 可以大范围调整扫描电子束入射到靶材 7 上的入射角。电子束是扫描作用于靶材 7 上产生 X 射线，电子束作用于靶材 7 上的作用点不断变化，可以避免靶材 7 局部区域高温，增加靶材 7 的使用寿命。

在一些可选的实施方式中，安装座 2 设置有冷却管路 4，冷却管路 4 中
20 通入冷却液，冷却管路 4 设置有进液口和出液口，冷却液由进液口进入，带走靶材 7 的热量从出液口流出，实现了对靶材 7 的散热，增加靶材 7 的使用寿命。

扫描电子束作用于靶材 7 上产生的 X 射线照射于放置在样品台 9 上的样品 8 上，样品台 9 为镂空结构，满足支撑样品 8 放置在样品台 9 上，还要满
25 足 X 射线的透射，优选的，样品台 9 的材质采用铝，或者是镁等原子序数低的金属。

在一些可选的实施方式中，X 射线探测器 11 可以设置在真空腔室 5 内，

设置在样品台 9 下方。

或者在一些可选的实施方式中，真空腔室 5 对应于样品台 9 下方设置有真空窗 12。真空窗 12 下方设置有 X 射线探测器 11。真空窗 12 可以采用铍窗或者是玻璃窗。

5 由电子光学镜筒 1 发射的扫描电子束能够产生直径非常小的束斑，所以 X 射线显微镜达到纳米级。实现了纳米 X 射线显微镜对样品 8 的探测。

如图 2 所示，当驱动机构 3 驱动第一偏转装置 6 与安装座 2，从而带动靶材 7 移动到第一位置时，实现扫描电子显微镜对样品 8 的探测的功能。

具体的，电子源 101 产生的电子束经电子加速结构后，增加运动速度。
10 经电子加速结构加速的电子束，经物镜系统 103 聚焦和改变运动方向后向下方运动，电子光学镜筒 1 发出的扫描电子束作用于样品 8 上。电子束作用于样品 8 上，产生二次电子、背散射电子、俄歇电子、阴极荧光 5 和 X 射线等。通过相应的电子探测器，或者是光子探测器进行探测，实现扫描电子显微镜对样品 8 的探测的功能。

15 在一些可选的实施方式中，样品台 9 通过升降机构 10 与真空腔室 5 连接，用于带动样品台 9 在真空腔室 5 内升降运动。

为了扫描电子显微镜能够保持较高的分辨率，保证扫描电子显微镜功能的成像效果。升降机构 10 可以带动样品台 9 在真空腔室 5 内升降运动。从而带动放置在样品台 9 上的样品 8 在真空腔室 5 内升降运动。从而可以控制样
20 品 8 与电子光学镜筒 1 的距离，即控制扫描电子显微镜的工作距离。

在一些可选的实施方式中，升降机构 10 可以是伸缩杆机构，或者是液压杆机构，或者是其它可实现带动样品台 9 升降的机械结构。

本申请提供的显微镜，通过在电子光学镜筒 1 和样品台 9 之间设置可移动的靶材 7，电子光学镜筒 1 发射的扫描电子束可选择的直接作用于样品 8
25 上，或者作用于靶材 7 上产生 X 射线，产生 X 射线照射于样品 8 上。实现了样品 8 一次安装，完成扫描电子显微镜对样品 8 的探测和纳米 X 射线显微镜对样品 8 的探测的双功能探测。并且电子束是扫描作用于靶材 7 上产生 X 射

线，电子束作用于靶材 7 上的作用点不断变化，可以避免靶材 7 局部区域高温，增加靶材 7 的使用寿命。

5 以上所述仅是本申请的较佳实施例而已，并非对本申请作任何形式上的限制，虽然本申请已以较佳实施例揭露如上，然而并非用以限定本申请，任何熟悉本专利的技术人员在不脱离本申请技术方案范围内，当可利用上述提示的技术内容作出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例，但凡是未脱离本申请技术方案的内容，依据本申请的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰，均仍属于本申请方案的范围内。