

一种扫描电子显微镜

相关申请的交叉引用

本申请基于申请号为 202010403981.X、申请日为 2020 年 05 月 13 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

本申请属于显微镜技术领域，具体地说，涉及一种扫描电子显微镜。

背景技术

现有技术中，电子束作用于样品上产生的阴极荧光信号，是指当电子束轰击在样品表面，除了二次电子、背散射电子、俄歇电子和 X 射线外，所发射出的频率在紫外、红外或可见光波段的电磁波。其基本原理为样品内部的电子被入射电子激发至高能态，经过一定的弛豫时间跃迁回低能态并释放能量，其中一部分能量以电磁辐射形式发射出来。样品在电子束激发下产生阴极荧光的物理过程，由其电子结构决定，而电子结构同元素成分，晶格结构和缺陷，以及所处的力学、热学、电磁学环境等因素相关。因此，电子束激发阴极荧光光谱能够通过材料电子结构反映材料本身物理特性。

电子束激发阴极荧光信号的探测和处理通常与扫描电子显微镜相结合，能够实现形貌观察、结构和成分分析同电子束激发阴极荧光光谱的结合研究。目前阴极荧光探测是通过旁侧式阴极荧光探测器实现的，但是该阴极荧光探测器接收的空间角度较小，收集效率低。此外，旁侧式阴极荧光探测器占用空间，遮挡二次电子、背散射电子等反射电子的路径，使得扫描电子显微镜不能同时探测阴极荧光和反射电子。

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，提供一种扫描电子显微镜，通过在样品四周的上方设置环形的反射器，环形的反射器将由样品四周的上方的光子反射到光子检测器上，实现大范围收集光子，光子检测器的接收效率高。

为解决上述技术问题，本申请采用技术方案的基本构思是：一种扫描电子显微镜，包括：

- 电子光学镜筒，用于产生电子束，并将电子束聚焦到样品上；
- 10 第一探测器，用于接收电子束作用于所述样品上产生的电子；
- 第二探测器，用于接收电子束作用于所述样品上产生的光子；

所述第二探测器包括反射器和光子检测器，所述反射器为环形，覆盖在所述样品四周的上方，所述反射器将由所述样品上产生的光子反射到所述光子检测器上。

- 15 在一些可选的实施方式中，所述反射器为抛物面反射镜，或者是椭球面反射镜。

在一些可选的实施方式中，所述第一探测器的下表面设置有反射膜，用于将入射到所述第一探测器的下表面的光子反射到所述第二探测器。

- 20 在一些可选的实施方式中，所述反射器由至少两个椭球面反射镜连接形成的环形。

在一些可选的实施方式中，所述第一探测器为背散射电子探测器；所述第二探测器为阴极荧光探测器。

- 25 在一些可选的实施方式中，所述光子检测器为环形，所述第一探测器为环形，所述第一探测器和所述反射器以及所述光子检测器同轴心，所述轴心为所述电子源所产生的电子束的主光轴中心。

在一些可选的实施方式中，所述反射器包括连通的出光口和端口，所述出

光口朝向所述样品。

进一步的，所述端口的直径大于等于所述第一探测器的外周直径；

所述出光口的直径大于所述光子检测器的中心孔直径。

在一些可选的实施方式中，所述反射器包括连通的出光口和端口，所述出

5 光口朝向所述第一探测器。

进一步的，所述出光口的直径大于所述光子检测器的中心孔直径；

所述光子检测器的中心孔直径大于等于所述第一探测器的外周直径。

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。

本申请提供的一种扫描电子显微镜，第二探测器包括反射器和光子检测器，
10 反射器用于将由样品上产生的光子反射到光子检测器上，通过在样品四周的上方设置环形的反射器，环形的反射器将由样品四周的上方的光子反射到光子检测器上，实现大范围收集光子，光子检测器的接收效率高。

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

15 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 是本申请提供的一种扫描电子显微镜的第一种实施方式的整体结构示意图；
20 意图；

图 2 是本申请图 1 中第二探测器部分的另一种实施方式结构示意图；

图 3 是本申请图 1 中第二探测器部分的又一种实施方式结构示意图；

图 4 是本申请图 3 中反射器结构示意图；

图 5 是本申请提供的一种扫描电子显微镜的第二种实施方式的整体结构示意图；
25 意图；

图 6 是本申请图 5 中第二探测器部分的另一种实施方式结构示意图；

图 7 是本申请图 5 中第二探测器部分的又一种实施方式结构示意图；

图 8 是本申请图 7 中反射器结构示意图；

图 9 是本申请提供的一种反射器结构示意图。

图中：1、电子光学镜筒；11、电子源；12、电子加速结构；13、偏转装置；

5 14、物镜系统；

2、第一探测器；21、反射膜；

3、第二探测器；31、光子检测器；32、反射器；321、端口；322、出光口；
323、反射面；

4、样品台；5、阴极荧光；6、主光轴。

10 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。

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。

具体实施方式

15 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
20 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
25 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

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 9 所示, 本申请提供一种扫描电子显微镜, 包括: 电子光学镜筒 1、第一探测器 2、第二探测器 3。电子光学镜筒 1 用于产生电子束, 并将电子束聚焦到样品上。第一探测器 2 用于接收电子束作用于样品上产生的
5 电子。第二探测器 3 用于接收电子束作用于样品上产生的光子。其中, 第二探测器 3 包括反射器 32 和光子检测器 31, 反射器 32 为环形, 覆盖在样品四周的上方, 反射器 32 将由样品上产生的光子反射到光子检测器 31 上。

本申请提供的一种扫描电子显微镜, 第二探测器 3 包括反射器 32 和光子检测器 31, 反射器 32 用于将由样品上产生的光子反射到光子检测器 31 上,
10 通过在样品四周的上方设置环形的反射器 32, 环形的反射器 32 将由样品四周的上方的光子反射到光子检测器 31 上, 实现大范围收集光子, 光子检测器 31 的接收效率高。

电子光学镜筒 1 用于产生电子束, 并将电子束聚焦到样品上, 电子光学镜筒 1 包括电子源 11、电子加速结构 12、物镜系统 14。

15 具体的, 电子源 11 用于产生电子束。电子源 11 分为场致发射源和热发射源, 场致发射源又分为热场和冷场两种, 热发射源分为钨丝、六硼化镧等。在本申请中电子源 11 可以是任意一种用于产生电子束的电子源 11。

电子加速结构 12 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。

20 物镜系统 14 用于控制电子源 11 所发出电子束的束流大小和电子束前进方向。物镜系统 14 将电子束聚焦到样品上并进行扫描。

物镜系统 14 包括物镜和偏转装置 13, 物镜可以为磁透镜、或者是电透镜、或者是电磁复合透镜。偏转装置 13 可以为磁偏转装置, 或者是电偏转装置。

25 偏转装置 13 用于改变入射到样品前的电子束的运动方向, 能够产生任意偏转方向的扫描场。

电子束作用于样品上会产生二次电子、背散射电子、俄歇电子、阴极荧

光 5 和 X 射线等。

第一探测器 2 用于接收电子束作用于样品上产生的电子。

在一些可选的实施方式中，第一探测器 2 位于电子源 11 和样品之间，具体的，第一探测器 2 可以位于物镜系统 14 上方，第一探测器 2 也可以位于物
5 镜系统 14 中，第一探测器 2 还可以位于物镜系统 14 下方。

电子束作用于样品上产生的电子包括二次电子、背散射电子等其它电子。

以接收电子为二次电子和背散射电子为例进行说明，第一探测器 2 可以是单独接收二次电子的二次电子探测器，或者是第一探测器 2 可以是单独接收背散射电子的背散射电子探测器，或者是第一探测器 2 可以同时接收二次
10 电子和背散射电子的探测器。在本申请中，本领域技术人员可以根据自己的实际需要自行选择第一探测器 2 类型以接收相应电子类型。

第二探测器 3 用于接收电子束作用于样品上产生的光子。

电子束作用于样品上产生的光子包括阴极荧光 5、X 射线等其它光子。

以接收光子为阴极荧光 5 和 X 射线为例进行说明，第二探测器 3 可以是
15 单独接收阴极荧光 5 的阴极荧光探测器，或者是第二探测器 3 可以是单独接收 X 射线的 X 射线探测器，或者是第二探测器 3 可以同时接收阴极荧光 5 和 X 射线的探测器。在本申请中，本领域技术人员可以根据自己的实际需要自行选择第二探测器 3 类型以接收相应光子类型。

第二探测器 3 包括反射器 32 和光子检测器 31，反射器 32 为环形，覆盖
20 在样品四周的上方，反射器 32 将由样品上产生的光子反射到光子检测器 31 上。环形的反射器 32 覆盖在样品四周的上方，通过在样品四周的上方设置环形的反射器 32，环形的反射器 32 将由样品四周的上方的光子反射到光子检测器 31 上，实现大范围收集光子，光子检测器 31 的接收效率高。

需要说明的是，环形是指中间具有一个通孔的环状结构，通孔和外周并
25 不限于圆形。

如图 1 和图 5 所示，以第一探测器 2 为背散射电子探测器，第二探测器 3 为阴极荧光探测器为例说明，电子束作用于样品上产生的背散射电子穿过

阴极荧光探测器的通孔，入射到背散射电子探测器，被背散射电子探测器接收。

电子束作用于样品上产生的阴极荧光 5，入射到阴极荧光探测器，被阴极荧光探测器接收。本申请提供的扫描电子显微镜实现了同时大面积收集背
5 散射电子和阴极荧光 5，二者同时接收，并且接收效率高。

需要说明的是，第一探测器 2 和第二探测器 3 本领域技术人员可以同时配置在扫描电子显微镜上，也可以任选一个，本领域技术人员可以根据实际需要自行选择配置。

在一些可选的实施方式中，本申请提供的扫描电子显微镜，第一探测器
10 2、第二探测器 3、电子光学镜筒 1 三者集成一起，或者是三者相互独立设置，或者是任意两者集成在一起，另一者独立出来。

例如，第一探测器 2 和第二探测器 3 可以选择集成设置于电子光学镜筒 1 内，或者是第一探测器 2、第二探测器 3、电子光学镜筒 1 相互独立设置，或者是第一探测器 2 选择集成设置于电子光学镜筒 1 内，第二探测器 3 独立
15 设置。

如图 1 至图 9 所示，在一些可选的实施方式中，反射器 32 为抛物面反射镜，或者是椭球面反射镜。

抛物面反射镜可将放置于反射镜焦点位置的光源转化成平行光束，当反射器 32 为抛物面反射镜时，抛物面反射镜覆盖在样品四周的上方，样品上产生的光子入射到抛物面反射镜后，抛物面反射镜将入射到抛物面反射镜的光子转化成平行光束反射到光子检测器 31 上。
20

椭球面反射镜可使当光源放在第一个焦点时，光束将会重新聚焦到第二焦点。当反射器 32 为椭球面反射镜时，椭球面反射镜覆盖在样品四周的上方，样品上产生的光子入射到椭球面反射镜后，椭球面反射镜将入射到椭球面反射镜的光子聚焦到光子检测器 31 上。
25

如图 3、图 4、图 7、图 8 所示，在一些可选的实施方式中，反射器 32 由至少两个椭球面反射镜连接形成的环形。多个椭球面反射镜依次连接，形

成中间具有一个通孔的环形反射器 32，环形反射器 32 覆盖在样品四周的上方，样品上产生的光子入射到各个椭球面反射镜后，各个椭球面反射镜将入射到相应椭球面反射镜的光子聚焦到光子检测器 31 上。优选的，由 4 个相同的椭球面反射镜依次连接，形成中间具有一个通孔的环形反射器 32。

5 如图 1 至图 9 所示，在一些可选的实施方式中，第一探测器 2 的下表面设置有反射膜 21，用于将入射到第一探测器 2 的下表面的光子反射到第二探测器 3。

进一步的，反射膜 21 为金属膜，可以是铝膜，或者是金膜，或者是银膜等。

10 第一探测器 2 的下表面设置有反射膜 21，入射到第一探测器 2 的下表面的光子，经过反射膜 21 反射到第二探测器 3，增加了第二探测器 3 的接收效率。

如图 1 至图 9 所示，在一些可选的实施方式中，光子检测器 31 为环形，第一探测器 2 为环形，第一探测器 2 和反射器 32 以及光子检测器 31 同轴心，
15 轴心为电子源 11 所产生的电子束的主光轴 6 中心。

在一些可选的实施方式中，光子检测器 31 为环形，光子检测器 31 可以为多个子光子检测器连接形成的环形，多个子光子检测器依次连接，形成中间具有一个通孔的环形光子检测器 31。

如图 1 至图 4 以及图 9 所示，在一些可选的实施方式中：

20 本申请提供的扫描电子显微镜由上至下依次包括：电子光学镜筒 1、第一探测器 2、第二探测器 3、样品，其中样品放置在样品台 4 上。电子光学镜筒 1 包括电子源 11、电子加速结构 12、物镜系统 14。物镜系统 14 将电子束聚焦到样品上并进行扫描。

第一探测器 2 用于接收电子束作用于样品上产生的电子，第二探测器 3
25 用于接收电子束作用于样品上产生的光子，反射器 32 为环形，覆盖在样品四周的上方，反射器 32 将由样品上产生的光子反射到光子检测器 31 上。

在一些可选的实施方式中，第一探测器 2 为圆环形，光子检测器 31 为圆

环形，反射器 32 为圆环形。第一探测器 2 和反射器 32 以及光子探测器 31 同轴心，轴心为电子源 11 所产生的电子束的主光轴 6 中心。

反射器 32 包括连通的出光口 322 和端口 321，出光口 322 朝向样品。光子探测器 31 可以设置在样品台 4 上方，也可以设置在样品台 4 下方，也可以
5 样品台 4 位于光子探测器 31 的中心孔，样品台 4 位于内圈，光子探测器 31 位于外圈。

本实施例以光子探测器 31 设置在样品台 4 上方为例进行说明。

光子探测器 31 设置于反射器 32 与样品台 4 之间。反射器 32 带有中心孔，中心孔一端为出光口 322，另一端为端口 321，出光口 322 为反射器 32 反射
10 光的出口，即中心孔反射光出口一端。

进一步的，端口 321 的直径大于等于第一探测器 2 的外周直径；出光口 322 的直径大于光子探测器 31 的中心孔直径。

以第一探测器 2 为背散射电子探测器，第二探测器 3 为阴极荧光探测器，光子探测器 31 为阴极荧光探测器为例进行说明。

15 电子源 11 产生的电子束经电子加速结构 12 后，增加运动速度。经电子加速结构 12 加速的电子束，经物镜系统 14 聚焦和改变运动方向后向下方运动，电子束再依次穿过背散射电子探测器的中心孔、反射器 32 的中心孔、阴极荧光探测器的中心孔作用于样品上，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。

20 电子束作用于样品上产生的背散射电子直接由样品向上方散射运动，背散射电子依次穿过阴极荧光探测器的中心孔、反射器 32 的中心孔，被上方的背散射电子探测器接收。

电子束作用于样品上产生的阴极荧光 5 直接由样品向上方散射运动，阴极荧光 5 穿过阴极荧光探测器的中心孔后，通过在样品四周的上方设置环形的反射器 32，环形的反射器 32 将由样品四周的上方散射的阴极荧光 5 反射
25 到阴极荧光探测器上，实现大范围收集阴极荧光 5，阴极荧光探测器的接收效率高。

此外还有一部分阴极荧光 5 依次穿过阴极荧光检测器的中心孔、反射器 32 的中心孔，入射到背散射电子探测器的下表面，背散射电子探测器的下表面设置有反射膜 21，入射到背散射电子探测器的下表面的阴极荧光 5，经过反射膜 21 反射到阴极荧光检测器。增加了阴极荧光探测器对阴极荧光 5 的接收效率。本申请提供的扫描电子显微镜实现了同时大面积收集背散射电子和阴极荧光 5，二者同时接收，并且接收效率高。

具体的，如图 9 所示，反射器 32 用于反射阴极荧光 5 的面为反射面 323，反射面 323 可以是抛物面，或者是椭球面，或者是其它能将入射到反射面 323 的阴极荧光 5 反射到阴极荧光检测器上的形状。

本实施例具体可选的，如图 1 所示，反射器 32 为抛物面反射镜，电子束作用于样品上的点为作用点，作用点与抛物面反射镜的焦点重合，抛物面反射镜覆盖在样品四周的上方，阴极荧光 5 由电子束作用于样品上的作用点处产生并在样品向上方散射运动，阴极荧光 5 入射到抛物面反射镜后，抛物面反射镜将入射到抛物面反射镜的阴极荧光 5 转化成平行的阴极荧光 5 束反射到阴极荧光检测器上。

在一些可选的实施方式中，如图 2 所示，反射器 32 为椭球面反射镜，电子束作用于样品上的点为作用点，作用点与椭球面反射镜的焦点重合，椭球面反射镜覆盖在样品四周的上方，阴极荧光 5 由电子束作用于样品上的作用点处产生并在样品向上方散射运动，阴极荧光 5 入射到椭球面反射镜后，椭球面反射镜将入射到椭球面反射镜的阴极荧光 5 聚焦到阴极荧光检测器上。

在一些可选的实施方式中，如图 3 和图 4 所示，反射器 32 由至少两个椭球面反射镜连接形成的环形。多个椭球面反射镜依次连接，形成中间具有一个通孔的环形反射器 32，环形反射器 32 覆盖在样品四周的上方，电子束作用于样品上产生的阴极荧光 5 入射到各个椭球面反射镜后，各个椭球面反射镜将入射到相应椭球面反射镜的阴极荧光 5 聚焦到阴极荧光检测器上。优选的，由 4 个相同的椭球面反射镜依次连接，形成中间具有一个通孔的环形反射器 32。

如图 5 至图 9 所示，在一些可选的实施方式中：

本申请提供的扫描电子显微镜由上至下依次包括：电子光学镜筒 1、第一探测器 2、第二探测器 3、样品，其中样品放置在样品台 4 上。电子光学镜筒 1 包括电子源 11、电子加速结构 12、物镜系统 14。物镜系统 14 将电子束
5 聚焦到样品上并进行扫描。

第一探测器 2 用于接收电子束作用于样品上产生的电子，第二探测器 3 用于接收电子束作用于样品上产生的光子，反射器 32 为环形，覆盖在样品四周的上方，反射器 32 将由样品上产生的光子反射到光子检测器 31 上。

在一些可选的实施方式中，第一探测器 2 为圆环形，光子检测器 31 为圆
10 环形，反射器 32 为圆环形。第一探测器 2 和反射器 32 以及光子检测器 31 同轴心，轴心为电子源 11 所产生的电子束的主光轴 6 中心。

反射器 32 包括连通的出光口 322 和端口 321，出光口 322 朝向第一探测器 2，光子检测器 31 设置于反射器 32 与电子光学镜筒 1 之间，光子检测器 31 可以设置在第一探测器 2 上方，也可以设置在第一探测器 2 下方，也可以
15 第一探测器 2 位于光子检测器 31 的中心孔，第一探测器 2 位于内圈，光子检测器 31 位于外圈。

本实施例以光子检测器 31 设置在第一探测器 2 下方为例进行说明。反射器 32 带有中心孔，中心孔一端为出光口 322，另一端为端口 321，出光口 322 为反射器 32 反射光的出口，即中心孔反射光出口一端。

进一步的，出光口 322 的直径大于光子检测器 31 的中心孔直径，光子检测器 31 的中心孔直径大于等于第一探测器 2 的外周直径。

以第一探测器 2 为背散射电子探测器，第二探测器 3 为阴极荧光探测器，光子检测器 31 为阴极荧光检测器为例进行说明。

电子源 11 产生的电子束经电子加速结构 12 后，增加运动速度。经电子
25 加速结构 12 加速的电子束，经物镜系统 14 聚焦和改变运动方向后向下方运动，电子束再依次穿过第一探测器 2 的中心孔、光子检测器 31 的中心孔、反射器 32 的中心孔作用于样品上，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。

电子束作用于样品上产生的背散射电子直接由样品向上方散射运动，背散射电子依次穿过反射器 32 的中心孔、阴极荧光检测器的中心孔被上方的背散射电子探测器接收。

5 电子束作用于样品上产生的阴极荧光 5 直接由样品向上方散射运动，一部分阴极荧光 5 穿过反射器 32 的中心孔后，直接入射到上方的阴极荧光检测器接收。

一部分阴极荧光 5 入射到在样品四周的上方设置的环形的反射器 32，环形的反射器 32 将由样品四周上方的散射的阴极荧光 5 反射到阴极荧光检测器
10 上，实现大范围收集阴极荧光 5，阴极荧光检测器的接收效率高。

此外还有一部分阴极荧光 5 依次穿过反射器 32 的中心孔、阴极荧光检测器的中心孔，入射到背散射电子探测器的下表面，背散射电子探测器的下表面设置有反射膜 21，入射到背散射电子探测器的下表面的阴极荧光 5，经过反射膜 21 反射到阴极荧光检测器。增加了阴极荧光探测器对阴极荧光 5 的接
15 收效率。本申请提供的扫描电子显微镜实现了同时大面积收集背散射电子和阴极荧光 5，二者同时接收，并且接收效率高。

具体的，如图 9 所示，反射器 32 用于反射阴极荧光 5 的面为反射面 323，反射面 323 可以是抛物面，或者是椭球面，或者是其它能将入射到反射面 323 的阴极荧光 5 反射到阴极荧光检测器上的形状。

20 本实施例具体可选的，如图 5 所示，反射器 32 为抛物面反射镜，阴极荧光 5 依次穿过反射器 32 的中心孔、阴极荧光检测器的中心孔，入射到背散射电子探测器的下表面，背散射电子探测器的下表面设置有反射膜 21，入射到背散射电子探测器的下表面的阴极荧光 5，经过反射膜 21 反射到抛物面反射镜上。阴极荧光 5 入射到抛物面反射镜后，电子束作用于样品上的点为作用
25 点，作用点与抛物面反射镜的焦点关于反射膜 21 镜像对称。抛物面反射镜将入射到抛物面反射镜的阴极荧光 5 转化成平行的阴极荧光 5 束反射到阴极荧光检测器上。

在一些可选的实施方式中，反射器 32 为抛物面反射镜，电子束作用于样品上的点为作用点，作用点与抛物面反射镜的焦点重合，抛物面反射镜覆盖在样品四周的上方，阴极荧光 5 由电子束作用于样品上的作用点处产生并在样品向上方散射运动，阴极荧光 5 入射到抛物面反射镜后，抛物面反射镜将入射到抛物面反射镜的阴极荧光 5 转化成平行的阴极荧光 5 束反射到阴极荧光检测器上。

在一些可选的实施方式中，如图 6 所示，反射器 32 为椭球面反射镜，电子束作用于样品上的点为作用点，作用点与椭球面反射镜的焦点重合，椭球面反射镜覆盖在样品四周的上方，阴极荧光 5 由电子束作用于样品上的作用点处产生并在样品向上方散射运动，阴极荧光 5 入射到椭球面反射镜后，椭球面反射镜将入射到椭球面反射镜的阴极荧光 5 聚焦到阴极荧光检测器上。

在一些可选的实施方式中，如图 7 和图 8 所示反射器 32 由至少两个椭球面反射镜连接形成的环形。多个椭球面反射镜依次连接，形成中间具有一个通孔的环形反射器 32，环形反射器 32 覆盖在样品四周的上方，电子束作用于样品上产生的阴极荧光 5 入射到各个椭球面反射镜后，各个椭球面反射镜将入射到相应椭球面反射镜的阴极荧光 5 聚焦到阴极荧光检测器上。优选的，由 4 个相同的椭球面反射镜依次连接，形成中间具有一个通孔的环形反射器 32。

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。