



(10) 授权公告号 CN 112368605 B

(45) 授权公告日 2024. 02. 27

(21) 申请号 201980042576.5

(22) 申请日 2019.08.01

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112368605 A

(43) 申请公布日 2021.02.12

(30) 优先权数据
260956 2018.08.02 IL

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.12.24

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/IL2019/050872 2019.08.01

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/026249 EN 2020.02.06

(73) 专利权人 应用材料以色列公司
地址 以色列瑞哈佛特市

(72) 发明人 I·阿苏林 J·列文 G·埃坦

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

专利代理师 侯颖嫫 张鑫

(51) Int.Cl.
G01T 1/20 (2006.01)
H01L 33/50 (2006.01)
H01J 37/244 (2006.01)
H01J 49/02 (2006.01)

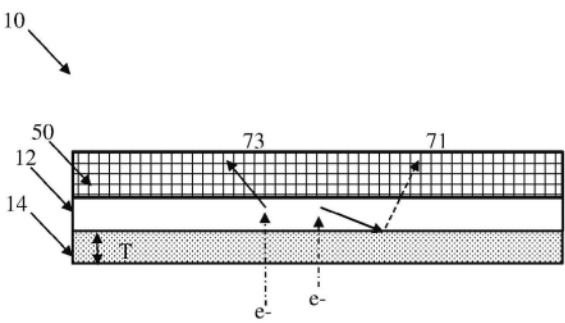
(56) 对比文件
CN 103336294 A, 2013.10.02
CN 102668017 A, 2012.09.12
CN 107193034 A, 2017.09.22
WO 2005097945 A1, 2005.10.20
JP H11160438 A, 1999.06.18
US 2013334430 A1, 2013.12.19

审查员 于毅

权利要求书1页 说明书10页 附图7页

(54) 发明名称
用于电子检测的传感器

(57) 摘要
本发明涉及一种用于从物体发射的电子检测的传感器,所述传感器与以特定柱及晶片电压操作的带电粒子束柱一起使用。传感器经配置且可操作以至少减少负离子与传感器的有效区域的相互作用,同时最小化电子能量损失。传感器也经配置且可操作以最小化以下两者:有效区域的阴极发光效率的逐渐劣化、以及在传感器操作期间产生且在整个闪烁体的寿命期间演变的阴极发光的动态改变。



1. 一种用于从物体发射的电子检测的传感器,所述传感器包括:

闪烁体结构,所述闪烁体结构具有有效区域和寿命,所述闪烁体结构包括快速闪烁体材料,所述快速闪烁体材料经配置并且可操作以通过阴极发光和在以特定冲击能量电子冲击时以特定波长范围发射光子;以及

涂覆结构,所述涂覆结构与所述闪烁体结构交界并且暴露于从所述物体发射的所述电子,所述涂覆结构经配置并且可操作以维持跨所述有效区域与所述涂覆结构之间的界面的电势为均匀的,其中所述涂覆结构具有特定材料成分和特定厚度,选择所述特定材料成分以将所述有效区域发射的光子反射回往所述有效区域,选择所述特定厚度以至少减少负离子与所述有效区域的相互作用,同时最小化冲击所述涂覆结构时电子能量的损失。

2. 如权利要求1所述的传感器,其中所述闪烁体结构包括半导体III-V多量子阱结构。

3. 如权利要求1所述的传感器,其中在所述传感器与以特定柱和晶片电压操作的带电粒子束柱一起使用时,根据所述特定柱和晶片电压由所述负离子与所述有效区域相互作用处的能量来决定所述特定厚度。

4. 如权利要求3所述的传感器,其中根据损坏所述有效区域的负离子的类型来选择所述厚度。

5. 如权利要求1至4中任一项所述的传感器,其中所述涂覆结构具有至少200nm的厚度。

6. 如权利要求5所述的传感器,其中所述特定材料成分包括导电材料,使得所述涂覆结构经配置并且可操作以作为施加电势的电极,以将次级电子和背散射的电子加速前往所述传感器。

7. 如权利要求1至4中任一项所述的传感器,其中所述特定材料成分包括导电材料,使得所述涂覆结构经配置并且可操作以作为施加电势的电极,以将次级电子和背散射的电子加速前往所述传感器。

8. 如权利要求1所述的传感器,其中所述涂覆结构包括多涂覆结构,所述多涂覆结构沿着所述多涂覆结构的深度具有不同的物理属性和化学属性。

9. 如权利要求8所述的传感器,其中所述多涂覆结构包括在发射的所述光子的所述特定波长范围处具有不同反射系数的至少两个不同的涂覆材料。

10. 如权利要求8所述的传感器,其中由至少两个层形成所述多涂覆结构。

11. 如权利要求10所述的传感器,其中所述两个层具有不同厚度。

12. 如权利要求8至11中任一项所述的传感器,其中所述多涂覆结构包括与所述有效区域交界的第一反射材料、以及与来自所述物体的电子发射交界的第二反射材料,所述第一反射材料具有比所述第二反射材料要低的反射系数。

13. 如权利要求12所述的传感器,其中选择与所述有效区域交界的所述第一反射材料以实现良好的欧姆(Ohmic)接触,以减轻表面状态、缺陷和电子捕获中的至少一者的效应。

14. 如权利要求8至11中任一项所述的传感器,其中所述多涂覆结构具有特定材料成分及和特定厚度,选择所述特定材料成分和所述特定厚度以最小化以下两者:所述有效区域的阴极发光效率的逐渐劣化、和在所述传感器操作期间产生并且在整个所述闪烁体的寿命期间演变的阴极发光的动态改变。

用于电子检测的传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及辐射闪烁检测器的领域。更特定地,本发明涉及一种可用于电子检测的基于闪烁的传感器结构。

背景技术

[0002] 闪烁体是当被诸如 α 射线、 β 射线、 γ 射线、X射线或中子之类的辐射击中时吸收辐射以产生荧光的物质。闪烁体与光电检测器(诸如光电倍增管)组合可构成辐射检测器。当被进入的粒子撞击时,发光材料吸收其能量并闪烁(即,以光的形式重新发射所吸收的能量)。各种系统(诸如扫描电子显微镜(SEM)和电子束检查工具)可以包括闪烁体和光导。越来越需要提供具有长寿命的可靠的且快速的闪烁体。

发明内容

[0003] 可通过用电子照射物体来评估(测量、检查和/或检阅)物体。接着,检测从物体反射和/或散射的次级电子或背散射电子(BSE)。相应地,闪烁体在特定的加速电压下被次级电子或背散射电子轰击,并相应地通过阴极发光(CL)发射可检测的光。光实质上由光导聚集。在闪烁体内部产生的光子在所有方向上发射,且由于闪烁体及基板折射率而经受再吸收及全内反射。当闪烁体-光导方案用作检测器时,其设计中要考虑的任务之一是最大化光子传送进入光导。为此目的,将涂层应用至闪烁体的表面以将光子反射回至闪烁体。

[0004] 发明人惊讶地发现:闪烁体也被负离子轰击。所述负离子实质上被朝向闪烁体加速,进而造成闪烁体效率的劣化。此损坏机制极端有效且在非常短的时间周期内发生,且如果没有减轻,将造成闪烁体的立即且不可逆的退化。负离子源是成像的样品或晶片上的污染物及碳氢化合物(而非在闪烁体上)。通过称为电子刺激解吸附(ESD)的处理形成负离子,因此负离子的存在是样品的扫描电子显微镜(SEM)成像所固有的。由于SEM中的场分布,负离子到达闪烁体。

[0005] 为了解决与负离子的轰击相关联的此问题,本发明提供了一种传感器,特别具有与闪烁体结构交界的涂覆结构,所述闪烁体结构暴露于从物体发射的电子。涂覆结构经配置以具有特定的厚度,选择所述厚度以至少减少负离子与有效区域的相互作用,同时在与涂覆结构冲击时最小化电子能量的损失。术语“至少减少负离子的相互作用”是指减速并在涂覆结构内包括负离子路径,使得负离子不会到达闪烁体有效区域。以此方式,涂覆结构通过至少减少(例如,完全消除)负离子与闪烁体结构的相互作用来防止负离子损坏闪烁体材料(即,有效区域)。

[0006] 涂覆结构也意图产生与偏压电极的接触。此将加速电压提供至次级电子和BSE电子,并关闭由入射束和次级电子携带的电流的电回路。涂覆结构经配置且可操作以改进电接触和/或跨在闪烁体结构的有效区域与涂覆结构之间的界面维持均匀的势(即,跨传感器的电势的均匀化)。涂覆结构可具有平面形状,可为连续的或可不为连续的。例如,可使用具有网格形状的结构。此外,涂覆结构具有特定材料成分,选择所述特定材料成分以将有效区

域发射的光子反射回往有效区域(即,将闪烁体内部产生的光子反射回去,以最大化光子输出到在其后侧上连接至闪烁体的光导)。

[0007] 因此,根据本发明的广泛方面,提供了一种用于从物体发射的电子检测的传感器,所述传感器与以特定柱及晶片电压操作的带电粒子束柱一起使用。所述传感器包括:闪烁体结构,所述闪烁体结构具有有效区域及特定寿命。所述闪烁体结构包括快速闪烁体材料(即,具有ns数量级的衰减时间),所述快速闪烁体材料经配置且可操作以通过阴极发光并在电子以特定冲击能量进行冲击时以特定波长范围发射光子;以及涂覆结构,所述涂覆结构与所述闪烁体结构交界并且暴露于从所述物体发射的所述电子。所述涂覆结构经配置且可操作以维持跨在所述有效区域与所述涂覆结构之间的界面的均匀势。所述涂覆结构具有特定材料成分,选择所述特定材料成分以将所述有效区域发射的光子反射回往所述有效区域。所述涂覆结构也具有特定厚度,选择所述特定厚度以至少减少负离子与所述有效区域的相互作用,同时在冲击所述涂覆结构时最小化电子能量的损失。

[0008] 在一些实施例中,所述闪烁体结构包括半导体III-V多量子阱结构。

[0009] 在一些实施例中,根据所述特定柱及晶片电压由所述负离子与所述有效区域相互作用处的能量来决定所述特定厚度。

[0010] 在一些实施例中,根据损坏所述有效区域的负离子的类型来选择所述厚度。

[0011] 在一些实施例中,所述涂覆具有至少200nm的厚度。

[0012] 在一些实施例中,所述特定材料成分包括导电材料,使得所述涂覆结构经配置且可操作以作为电极,以施加电势以加速次级电子和背散射电子前往所述传感器。

[0013] 不幸地,闪烁体结构的损坏不仅与负离子轰击相关。闪烁体与次级电子或背散射电子的直接轰击造成特定剂量后闪烁体发光效率的劣化。这也产生在短时间段内改变闪烁体光输出的动态效应(图像抓取的比例)。例如,在 $0.3\text{C}/\text{cm}^2$ 的剂量之后,闪烁体的效率劣化可高达50%,并在某些情况下甚至可劣化90%。

[0014] 为了解决与有效区域的阴极发光效率的逐渐劣化及传感器操作期间产生且在整个闪烁体的寿命期间演变的阴极发光的动态改变相关联的上述问题,本发明提供了一种包括多涂覆结构的涂覆结构。多涂覆结构限定了沿其深度具有不同物理属性及化学属性的剖面。沿其深度的不同物理属性及化学属性包括特定材料成分及特定厚度。选择上述属性以最小化以下两者:所述有效区域的阴极发光效率的逐渐劣化、及在所述传感器操作期间产生且在整个所述闪烁体的寿命期间演变的阴极发光的动态改变。两个因素影响了阴极发光的光强度:次级电子及背散射电子通过涂覆结构的传输(有效激发层级)及光学模式中的损失(由于涂覆结构中或闪烁体结构与涂覆结构之间的界面处的吸收)。根据涂覆材料及闪烁体材料(涂覆材料沉积于闪烁体材料上)之间的界面化学性质来选择涂覆结构的材料成分。考虑涂覆结构材料对操作波长的反射率/吸收率。如果在发射波长处涂覆的反射率为高,则闪烁体效率得到改进,反之亦然。涂覆结构能够钝化表面状态并使表面势均匀化以形成良好的等势界面。使用不同的材料使得能够适当地控制涂覆结构与闪烁体结构之间的界面的接触、化学性质、以及形成影响表面势均匀化程度及终止于闪烁体结构表面的缺陷的钝化的中间层。

[0015] 在一些实施例中,所述多涂覆结构可包括在发射的光子的所述特定波长范围处具有不同反射系数的至少两个不同的涂覆材料。可由至少两个层形成所述多涂覆结构。所述

两个层可具有不同厚度。

[0016] 在一些实施例中,所述多涂覆结构可包括与所述有效区域交界的第一反射材料、和与来自所述物体的电子发射交界的第二反射材料。所述第一反射材料具有比所述第二反射材料要低的反射系数。可选择与所述有效区域交界的所述第一反射材料以实现良好的欧姆(Ohmic)接触(即,低电阻),以减轻表面状态、缺陷及电子捕获中的至少一者的效应。第二反射层可具有根据损坏闪烁体结构的负离子的类型来选择的厚度。因此,本发明提供了一种用于从经配置以具有增加的寿命的物体发射的电子检测的传感器。术语“寿命”或“生命周期”同时是指闪烁体效率的劣化速率、及闪烁体的效率/输出的稳定性(即,上述的动态瞬态效应)。足够长的寿命(相对于剂量,将在特定工作条件下累积)及闪烁体输出的稳定性而没有瞬态效应是扫描电子显微镜性能的重要参数。

[0017] 根据本发明的另一广泛方面,提供了一种用于从物体发射的电子检测的传感器,所述传感器与以特定柱及晶片电压操作的带电粒子束柱一起使用。所述传感器包括:闪烁体结构,所述闪烁体结构具有有效区域及特定寿命。所述闪烁体结构包括快速闪烁体材料,所述快速闪烁体材料经配置且可操作以通过阴极发光及在以特定冲击能量电子冲击时以特定波长范围发射光子;及涂覆结构,所述涂覆结构与所述闪烁体结构交界。术语“多涂覆结构”是指沿其深度具有不同物理属性及化学属性的结构,例如材料、反射系数、厚度、化学属性、导电性等。特定地,多涂覆结构的厚度及材料皆特别经配置以解决上述寿命问题,并最佳化效率。反射属性上的改变可为连续的,或多涂覆结构可限定具有不同反射属性的两个几何区域。换句话说,多涂覆结构可包括在发射光子的所述特定波长范围处具有不同反射系数的至少两个不同的涂覆材料。

[0018] 多涂覆结构界面的上表面、闪烁体结构及其底部表面都接收来自物体的电子带电粒子发射。因此,多涂覆结构的底部表面(与闪烁体结构交界的表面相对)经配置以直接暴露于环境(例如,真空)以接收来自物体的电子带电粒子发射。多涂覆结构/层可由两个或更多个不同的涂覆材料制成,或由具有不同物理特定属性及化学特定属性的一个复合材料制成。多涂覆结构(例如,特定材料复合物)经配置且可操作以将由闪烁体结构发射的后向光子反射回往闪烁体结构,以控制与闪烁体结构的有效区域前往有效区域的界面属性。选择特定厚度以最小化以下两者:有效区域的阴极发光效率的逐渐劣化、及动态效应(例如,在传感器操作期间产生且在整个所述闪烁体的寿命期间演变的阴极发光的动态改变)。

[0019] 在一些实施例中,本发明涉及一种用于从物体发射的电子检测的传感器。所述传感器由闪烁体及多涂覆结构组成。所述闪烁体包括:闪烁体材料,所述闪烁体材料经配置且可操作以在电子冲击时发射光子;和多涂覆结构,所述多涂覆结构与闪烁体结构交界。在这方面,应理解为了操作本发明的传感器,传感器无需包括进一步的层。

[0020] 在一些实施例中,所述闪烁体结构包括半导体III-V多量子阱结构。

[0021] 在一些实施例中,由至少两个层形成所述多涂覆结构。所述两个层可具有不同厚度。

[0022] 在一些实施例中,所述多涂覆结构包括两个不同的涂覆材料:与所述有效区域交界的第一反射材料、和与来自所述物体的电子带电粒子发射交界的第二反射材料。所述第一反射材料(即,额外的涂覆材料)具有比所述第二反射材料要低的反射系数,经配置以用于将光子反射回往半导体闪烁体结构。可选择与所述有效区域交界的所述第一反射材料以

实现良好的欧姆接触以减轻表面状态、缺陷及电子捕获中的至少一者的效应。

[0023] 在一些实施例中,至少一种涂覆材料是导电材料,使得多涂覆结构经配置且可操作以作为电极,以将电势施加至传感器。在一些实施例中,两种材料都是导电的。

[0024] 第一反射材料的厚度与第二反射材料的厚度之间的比率可超过1:10或1:20。第一反射材料的厚度可在约2至50纳米的范围中。第二反射材料的厚度可在约20至600纳米的范围中。

[0025] 根据本发明的另一广泛方面,提供了一种用于从物体发射的电子检测的方法。所述方法包括通过闪烁体接收电子;通过闪烁体且由于接收电子而发射光子。发射光子包括发射光子前往光导且发射光子前往与闪烁体交界的多涂覆结构。所述方法额外地包括通过多涂覆结构将已穿过多涂覆结构的光子反射前往闪烁体。因此,闪烁体与多涂覆结构之间的界面经配置且可操作以进行控制。

[0026] 根据本发明的另一广泛方面,提供了一种增加用于从物体发射的电子检测的传感器的寿命的方法,所述传感器与以特定柱及晶片电压操作的带电粒子束柱一起使用。所述方法包括提供闪烁体结构,所述闪烁体结构具有包括快速闪烁体材料的有效区域。所述方法还包括使闪烁体结构与多涂覆结构交界,所述多涂覆结构经配置以用于反射回由闪烁体材料发射的光子,并沿其深度限定不同的物理及化学属性。另外,所述方法包括控制界面属性(例如,最小化以下两者:所述有效区域的阴极发光效率的逐渐劣化、及在所述传感器操作期间产生且在整个所述闪烁体的寿命期间演变的阴极发光的动态改变),且增加传感器的寿命。

[0027] 在一些实施例中,所述方法进一步包括选择多涂覆结构的材料(例如,选择多涂覆结构的至少两个材料)及其特定厚度。

[0028] 在一些实施例中,所述方法进一步包括消除负离子与闪烁体结构的相互作用。消除负离子与闪烁体材料的相互作用可进一步包括选择多涂覆结构的厚度。

附图说明

[0029] 为了更好地理解本文公开的主题并举例说明如何可在实践中实施,现在将通过参考附图仅以非限制性示例方式来描述实施例,其中:

[0030] 图1A和图1B展示了没有损坏且均匀的检测器区域的典型阴极发光图像;

[0031] 图1C和图1D展示了闪烁体中离子损坏区域的阴极发光图像;

[0032] 图1E根据本发明的一些实施例示出了示意图的示例,表示了用于从物体发射的电子检测的传感器和传感器内光子的传播;

[0033] 图2A为展示闪烁器中的区域的阴极发光图像的照片,所述阴极发光图像说明非劣化区域和在标准工作条件下通过累积撞击它的剂量电子而劣化的区域;

[0034] 图2B至图2C分别示出了劣化及其动态效应;

[0035] 图2D根据本发明的一些实施例示出了示意图的示例,表示了用于从物体发射的电子检测的传感器和传感器内光子的传播;

[0036] 图3示出了示意图的示例,表示了与本发明的传感器一起使用的系统;

[0037] 图4示出了举例说明用于从物体发射的电子检测技术的流程图;以及

[0038] 图5示出了基于本发明的教示来举例说明用于增加传感器寿命的技术的流程图。

具体实施方式

[0039] 如上所述,发明人惊奇地发现,在操作期间,闪烁体也被负离子轰击。图1A和图1B分别展示了存在和不存在破坏离子束的物体的成像区域。所述负离子在被电子轰击的物体的表面附近形成,且通过电子刺激的解吸附处理而产生。如图1C至1D中所示,负离子在被检查物体的表面上产生,且被柱产生的电场吸引到带电粒子束柱中。离子被特定电势加速,与检测器碰撞,并损坏检测器。消除负离子与闪烁体结构的相互作用在操作期间提供稳定的阴极发光和快速操作。

[0040] 本发明使得能够提供对离子损坏具有足够免疫力的检测器闪烁体,同时不损害电流性能。这可通过适当地选择涂覆结构的厚度和/或材料来实施。涂覆结构经配置且可操作以防止源自物体表面的离子到达闪烁体结构。因此,闪烁体结构的寿命增加,且同样地增加了传感器的寿命。参考图1E,通过示意图的方式示出了本发明的传感器10,经配置且可操作以用于从物体发射的电子检测。传感器10包括由快速闪烁体材料制成的闪烁体结构12(例如,闪烁体膜),经配置且可操作以通过阴极发光及在电子 e^- 撞击时以特定波长范围发射光子,且涂覆结构14与闪烁体结构12交界且暴露于从物体发射的电子 e^- 。由闪烁体材料产生的光子可在各个方向上传播。例如,由闪烁体结构12发射的光子73传播前往光导50,光导50被并入带电粒子束柱中(如图3中所示)。然而,如图71中所示的一些光子由闪烁体结构12在不同于前往光导50的方向上发射。因此,涂覆结构14经配置以具有选择的特定反射属性,以用于重新引导由闪烁体结构12发射而传播前往涂覆结构14的光子回到闪烁体结构12。换句话说,涂覆结构具有选择的特定材料成分,以将闪烁体材料发射的后向光子反射前往闪烁体结构的有效区域。术语“有效区域”是指闪烁体结构表现出辐射敏感性的区域。涂覆结构14也经配置以具有特定厚度T,选择厚度T以至少减少(例如,完全消除)负离子与有效区域的相互作用,同时在与涂覆结构14冲击时最小化电子能量损失。将涂覆结构14制造成足够厚(例如几百纳米(例如,在约200纳米至600纳米的范围中))以实质上防止负离子到达闪烁体结构12,同时允许电子(例如次级电子和/或背散射电子)到达闪烁体结构12。在这方面,应注意到,使涂覆结构14太厚可减少穿过涂覆结构14的电子的能量。然而,由于涂覆结构14防止了离子损坏,涂覆结构14的厚度T可提供传感器敏感度与传感器寿命之间的折衷。可基于包括传感器的系统的一个或多个参数来决定涂覆结构14的厚度T。例如,当阻止较低能量的负电子时,可能需要较薄的元件。当沿着系统使用不同势的方案时,可获得撞击传感器的负离子的更低或更高的能量。系统的一个或多个参数可包括任何操作条件、任何照明参数、任何收集参数、闪烁体的预定所需寿命、及可到达闪烁体的可允许的百分比的负离子。参数也可包括可到达闪烁体的可允许百分比的负离子、与负离子相关的任何参数和/或与传感器检测到的电子相关的任何参数、负离子的识别(例如,负氢离子)、到达传感器时负离子的能量、到达传感器时负离子的分布、将负离子引导前往传感器的加速电压、传感器附近静电场的任何参数、传感器附近磁场的任何参数、到达传感器时的电子能量、到达传感器时的电子分布等。可根据损坏有效区域的负离子的类型来选择涂覆结构14的厚度T。特定地,离子可为更重或更轻,因此涂覆配置可相应地改变。在决定负离子具有不同的同一性(例如氢)之后,可测量和/或模拟涂覆结构14内的负离子路径,且可将涂覆结构14设计为比路径的深度更厚。与闪烁体结构12交界的涂覆结构14具有均匀分布被施加至闪烁体表面之上的闪烁体结构的电压偏压(即,特定柱和晶片电压)的功能。因此,涂覆结构14经配置且可操作以跨有

效区域与涂覆结构之间的界面维持均匀的势。

[0041] 在这方面,应注意,涂覆结构14的厚度T在一方面应适当地选择以阻止负离子的传播。另一方面,它不应过度减速移动前往闪烁体结构12的电子。换句话说,在一方面,定制涂覆厚度T以阻挡离子到达有效区域。另一方面,此定制最小化电子能量损失以便最大化效率。涂覆结构的反射的效率使得能够提供电子能被抽空的能力及最小化电子的捕获。此外,可由离子撞击传感器的能量来决定厚度T。由闪烁体及物体势来决定此能量。换句话说,可根据特定柱及晶片电压由负离子与有效区域相互作用的能量来决定特定厚度T。也可根据损坏有效区域的负离子的类型来选择厚度T。涂覆结构14的精确厚度T是根据工作条件及传感器配置来决定的,且可改变以适应仍在上述准则内的所述条件,以减轻离子问题。在特定且非限制性示例中,针对具有约9至15kV的范围中的冲击能量的电子,涂层具有至少200nm的厚度。

[0042] 此外,应理解到,当使用快速闪烁体材料时,与负离子的相互作用相关联的问题特别显着。因此,例如,闪烁体结构包括半导体III-V多量子阱结构。例如,闪烁体材料可为异质结构。例如,闪烁体材料可以以紫外光或蓝光或黄光的光谱发射。例如,半导体III-V多量子阱结构可包括氮化物半导体层,所述氮化物半导体层是指含有Ga、In和Al中的至少一个作为III族元素且含有N作为主要V族元素的化合物。

[0043] 应注意,尽管在附图中,闪烁体结构12及涂覆结构14被示出为具有平面形状,但这仅为示例。应理解,为了图示的简化及清楚,附图中所示的元件不必按比例绘制。可通过任何沉积方法(例如,通过热蒸发)将涂覆结构14沉积于闪烁体结构12上。涂覆技术已得到很好的研究,且有许多合适的涂覆及层可包括在本发明中。另外,存在许多形成本领域中已知的具有本发明所需的光学和/或保护属性的涂覆的方法。

[0044] 涂覆结构14可由单层材料形成,或可包括多个层,尽管未特别展示。在一些实施例中,涂覆结构14包括沿其深度具有不同物理性质及化学性质的多涂覆结构。多涂覆结构经配置以具有特定材料成分及特定厚度。选择所述特定材料成分及特定厚度以最小化以下两者:有效区域的阴极发光效率的逐渐劣化、及在传感器操作期间产生且在整个闪烁体的寿命期间演变的阴极发光的动态改变。即使在相同的扫描电子显微镜中,可使用所述涂覆和传感器的不同厚度和配置。

[0045] 在一些实施例中,多涂覆结构可包括至少两个不同的涂覆材料,所述至少两个不同的涂覆材料在发射的光子的特定波长范围具有不同的反射系数。多涂覆结构可由至少两个层制成。两个层可具有不同厚度。

[0046] 在一些实施例中,多涂覆结构可包括与有效区域交界的第一反射材料及与来自物体的电子发射交界的第二反射材料。第一反射材料可具有低于第二反射材料的反射系数。可选择与有效区域的表面交界的第一反射材料,以实现与闪烁体结构的表面的良好欧姆接触,以减轻表面状态、缺陷和电子捕获中的至少一者的效应。第二反射层可具有根据损坏闪烁体结构的负离子的类型选择的厚度。因此,第一反射材料及第二反射材料可具有不同的厚度。在特定且非限制性的示例中,由于较低的反射系数,第一反射材料可制造得相对较薄(例如,在约3至20纳米(例如,15纳米)的范围中)。然而,由于较低的反射系数,第一反射材料的厚度应经配置以减轻寿命问题且最小化效率的降低。进一步地,第二反射材料可制造得足够厚(例如几百纳米(例如,在约200纳米至600纳米的范围中)),以实质上防止负离子到

达闪烁体结构,同时允许电子(例如次级电子和/或背散射电子)到达闪烁体。在这方面,应注意,将第二反射材料制作得足够厚可减少穿过第二反射材料的电子的能量。然而,由于第二反射材料防止离子损坏,第二反射材料的厚度可提供传感器的敏感度与传感器的寿命之间的折衷。应注意,第一反射材料或第一反射材料及第二反射材料的组合可经配置以实质上防止负离子到达闪烁体结构。增加第一反射材料的厚度可增加第一反射材料在实质上防止负离子到达闪烁体结构中的作用。例如,当期望第一反射材料起实质防止负离子到达闪烁体的主要作用(或专有作用)时,则第一反射材料可比第二反射材料厚。应注意,可基于包括传感器的系统的一个或多个参数来决定第一反射材料的厚度和/或第二反射材料的厚度。在一些实施例中,第二反射层具有根据损坏闪烁体结构的负离子的类型选择的厚度和/或材料。

[0047] 如上述,与闪烁体的发光效率劣化相关联的另一问题是在由次级电子或背散射电子所引起的闪烁体结构的损坏。参考图2A,展示了具有劣化区域及围绕劣化区域的非劣化区域的闪烁体结构的阴极发光图像。随着累积的电子剂量随时间的推移,闪烁体效率的劣化增加。电子轰击在闪烁体结构中产生额外的缺陷(或扩大现有的低效率区域附近的低效率区域),因此减少了阴极发光效率。更特定地,由物体发射的电子的累积剂量造成闪烁体效率随着剂量的增加(即,阴极发光的劣化)及动态/暂时/瞬态效应(在下文中称为动态效应)而劣化,而造成操作期间阴极发光的改变。此两个效应会减少基于闪烁体的检测器的寿命。动态行为归因于两个效应:效率恢复及效率衰减返回。当闪烁体暴露于电子通量时发生恢复,第一暴露时间帧(例如,多帧图像抓取中的第一帧)展示上述劣化,但连续的时间帧更亮。在恢复之后,如果没有电子撞击检测器,则效率缓慢地(例如,以分钟的数量级)衰减返回劣化值。所述处理可称为衰减返回。衰减返回的处理涉及从材料中载体激发的松弛,所述材料具有内部缺陷使载体返回到缺陷。参考图2B至2C,图示了劣化效应。更特定地,在图2B中以累积剂量的标度表示闪烁体输出对不定单位的累积剂量。在图2C中以图像获取的标度表示作为不定单位的时间的函数的不同电流密度的闪烁体输出。当将闪烁体暴露于电子时,不希望的动态效应清楚地展示在附图中。恢复速率及饱和度值取决于电流密度。较高的电流密度处于较高层级饱和效率。电流密度越高使恢复越快。因此,动态效应随着累积剂量而增加,且高度依赖于操作期间冲击闪烁体的电流密度、及所述电流密度的短期历史。更特定地,动态效应可根据当前评估迭代的特定照明和/或收集条件而改变,且也受先前评估迭代的影响。可以减轻或补偿闪烁体效率上的恒定且稳定的减少。相反地,由于上述效应的依赖性,动态效应更难以补偿。用于累积所述动态效应的时间标度可为包括闪烁器的系统的操作条件的函数,且可在例如几个月到一年之间的操作范围。发现动态效应的来源为闪烁体结构表面处的表面状态。此表面状态源自闪烁体材料的物理属性及其生成方法,且为闪烁体材料的固有属性。在这方面,应注意,特别是使用快速闪烁体观察到如上所述减少基于闪烁体的检测器的寿命的效应。

[0048] 参考图2D,通过示意图的方式示出了本发明的传感器10',本发明的传感器10'经配置且可操作以用于从物体发射的电子检测。根据本发明的此广泛方面,传感器10'包括由快速闪烁体材料制成的闪烁体结构12(例如,闪烁体膜)。闪烁体结构12经配置且可操作以通过阴极发光及在电子 e^- 冲击时以特定波长范围发射光子,且多涂覆结构14与闪烁体结构交界。本发明提供一种用于从物体发射的电子检测的传感器,所述传感器与以特定柱及晶

片(即,加速)电压操作的带电粒子束柱一起使用,经配置以具有增加的寿命。

[0049] 发明人发现,不同的材料及不同的厚度导致不同的劣化及不同的恢复。一些材料提供最大效率但寿命最短,一些材料提供低效率但寿命最长。因此,本发明提供了一种沿其深度具有不同物理属性及化学属性的多涂覆结构。选择的厚度的选择的材料的独特组合提供给传感器增加的寿命及最佳化的效率。此属性的改变可为连续的,或多涂覆结构可限定具有不同属性的两个几何区域。多涂覆结构可由两个不同的涂覆材料或具有特定属性的一个复合材料制成(例如,具有上述属性的单一材料)。

[0050] 在这方面,应理解,量子阱在激发下发射光子。这些光子扩散以充满由整个闪烁体结构形成的容积,并且在这些光子离开此容积之前,所述光子形成内部“模式”。闪烁体结构内的光学模式部分地受到边界处的全内反射的限制,但是所述光学模式也稍微扩散到界面外,且在闪烁体结构与涂覆结构之间的界面处包括渐逝部分。此界面可为透明的或吸收的。如果界面为透明的,则所述界面充当介电包层(无损失)。然而,如果界面为吸收的,则传感器不会收集部分的发光,而是在界面处被吸收。因此,适当地选择本发明的多涂覆结构的材料成分以控制最小化光学损失的界面属性。此外,应注意,如上述,天然氧化物层以及碳氢化合物及任何其他污染物可在涂覆之前覆盖闪烁体表面。氧化的闪烁体表面可变更传感器的电属性。为此,在本发明中,与闪烁体表面交界的涂覆材料的材料成分可选择为 O_2 清除剂,从底层吸取氧气。以这种方式,最小化传感器的光学效率的劣化。

[0051] 这样的动态效应的最小化提供了传感器随着时间的均匀的非劣化效率。由于闪烁体材料的物理属性及其生成方法,半导体闪烁体材料(例如,单晶或多量子阱)包括产生电子捕获的缺陷及表面状态。以下可能是这样的效应的来源的物理解释。所述缺陷在充电时可产生针对电荷的局部势障碍,且可成为非辐射重新组合位点(加热中心)。缺陷可表现为捕获、耗尽容积、非辐射重新组合中心、及局部加热,且在强激发(例如,电子束辐射)下易于延伸或倍增。这些电子捕获可产生局部电势(即,提高导电带及价带两者中的势),产生针对自由电子的排斥,进而产生局部耗尽层。耗尽层可局部地减少载体密度,从而减少辐射重新组合及总效率,且也便于上述动态效应。如上述,表面状态可产生阴极发光强度上改变的动态效应且减少传感器的寿命。本发明的技术减轻了这些效应(例如,通过中和这些表面状态),从而增加了传感器效率的效率及均匀性及传感器的寿命。多涂覆结构可由至少两个具有不同物理属性的材料制成。在这方面,应理解,如果使用单一涂覆层将发射的光子反射前往闪烁体结构,所述单一涂覆层应由具有足够高的反射系数的材料制成,以有效地将光子反射返回。然而,具有高反射系数的材料不具有所需的物理及化学属性以减轻上述寿命效应。此外,所述材料可能与闪烁体材料不具有良好的电接触,使得在闪烁体材料表面处产生的表面状态不被中和。在一些实施例中,所选择的(多个)材料因而应具有与延伸至闪烁体材料表面的缺陷核心良好的欧姆接触,而中和其中的电荷。此继而使缺陷周围的势平坦化,且防止或降低新捕获的形成。

[0052] 此外,与闪烁体半导体材料一起使用的涂覆材料在涂覆材料与半导体材料之间的界面处产生化学反应。然后,可产生通常不导电的中间层,减少传感器的效率。发明人惊奇地发现,在与半导体闪烁体材料的界面处导入额外的涂覆材料增加了传感器的寿命。本发明的传感器具有增加的寿命,且在操作期间具有稳定的阴极发光,在传感器效率上具有最小的冲击。

[0053] 在图2D的此特定及非限制性示例中,多涂覆结构14由至少两个层制成。多涂覆结构14经配置且可操作以将由有效层发射的后向光子反射前往闪烁体结构12。多涂覆结构14也经配置且可操作以减轻寿命效应。特定地,可经配置以避免减少辐射重新结合及上述相关的动态效应。控制涂覆与闪烁体结构之间的界面的品质及属性,在操作期间提供了稳定均匀的阴极发光。例如,这可通过提供具有与闪烁体材料良好电(例如,欧姆)接触的材料来实施,以减轻表面状态、缺陷及电子捕获的效应(例如,中和闪烁体结构表面处的表面状态)。因此,多涂覆结构14可经配置且可操作以最小化以下两者:闪烁体结构12的阴极发光的逐渐劣化、及传感器10'的操作期间的阴极发光的动态改变。在一些实施例中,多涂覆结构14由至少一个导电材料制成,使得多涂覆结构14可作为应用电势至传感器的电极。在此特定且非限制性的示例中,多涂覆结构14包括至少两个不同的涂覆材料14A及14B,涂覆材料14A及14B具有不同的物理属性及化学属性,例如在发射的光子的特定波长范围处的反射系数、导电性及其他化学属性。在特定且非限制性示例中,针对从闪烁体发射的特定波长,一个涂覆材料的反射系数为约0.5,针对第二涂覆材料,反射系数 >0.9 。针对提供减轻寿命问题和离子问题的相同属性的其他材料,这些数值可为不同(例如,针对第一涂覆材料为0.8,针对第二涂覆材料为 >0.9)。第一反射材料14A与闪烁体结构12交界,第二反射材料14B与来自物体的电子发射交界。第一反射材料14A具有低于第二反射材料14B的反射系数。在这方面,应理解,选择第二反射材料14B以有效的方式将由闪烁体结构12发射的光子反射返回。据此,第一反射材料14A将一些光子(来自闪烁体)反射返回闪烁体结构12。例如,由闪烁体结构12发射的光子73传播前往光导50,光导50并入带电粒子束柱中(如图3中所示)。所述附图也展示了由闪烁体结构12发射前往第一反射材料14A且进一步从第一反射材料14A重新引导前往闪烁体结构12的光子71。第二反射材料14B经配置以将穿过第一反射材料14A的光子反射往第二反射材料14A回往闪烁体结构12。为了图示的目的,光子72从闪烁体结构12发射前往第一反射材料14A且传播前往第二反射材料14B。第二反射材料14B重新引导光子72穿过第一反射材料14A前往闪烁体结构12(及光导50)。第二反射材料14B的较高反射系数使得大部分光子被反射返回前往闪烁体结构12。然而,具有高反射系数的反射材料不会减轻或解决上述寿命问题。反射材料14A在反射材料14A与闪烁体结构12之间的界面处具有比反射材料14B在反射材料14B与闪烁体结构12之间的假想界面处更良好的电(例如,欧姆)接触,这可产生较低导电度的中间层,如上述。闪烁体结构12的特定物理属性(例如,接触属性)实际上中和了引起闪烁体劣化及动态效应的物理机制。以此方式,最小化传感器操作期间阴极发光的动态改变,同时延长传感器的寿命且随着时间的推移提供传感器的均匀效率。应注意,如上述,由于闪烁体材料的劣化,例如在六个月之后,基于本领域中已知的闪烁体材料,传统传感器的效率与在第一天采用的第一帧相比要低得多。因此,基于闪烁体材料的常规传感器的效率是不均匀的,不能准确地预测,因此不能相应地进行补偿。然而,令人惊讶的是,通过使用本发明的传感器,上述动态效应的最小化导致光子辐射的增加。由于多涂覆结构,本发明的传感器的效率是均匀的。

[0054] 例如,至少一个涂覆材料可由金属材料制成。在特定且非限制性的示例中,多涂覆结构14可由钛、铝、氮化物、金、银、钼、铝化钛、钇、钨、氧化铟锡、二硼化锆、铬、铂、钒、及钨的其中至少两者制成。

[0055] 在一些实施例中,第一反射材料14A及第二反射材料14B是具有相同厚度的层。在

特定且非限制性的示例中,由于较低的反射系数,可将第一反射材料14A制造得相对较薄(例如,在约3至20纳米(例如,15纳米)的范围中)。也可将第二反射材料14B制造得相对较薄(例如,在约3至20纳米(例如,15纳米)的范围中)。然而,第一反射材料及第二反射材料的厚度应足够大以将来自闪烁体的一些光子反射返回闪烁体。替代地,第一反射材料14A及第二反射材料14B是具有不同厚度的层。

[0056] 参考图3,示出了与本发明的传感器一起使用的系统100,用于从物体发射的电子检测。例如,系统100可为扫描电子显微镜(SEM)或任何其他电子束检查工具的至少一部分。系统100包括用于支撑及移动物体200的机械单元130。系统100也包括带电粒子单元,诸如以某柱及晶片电压操作的带电粒子束柱120。带电粒子束柱120经配置以用于使用光子照射物体及用于检测从物体200发射的带电粒子。带电粒子束柱120包括本发明的传感器S,可通过图1D的传感器10或图2D的传感器10'来实施。系统100的配置是特定且非限制性的示例,且传感器S可根据系统需求放置在任何合适的位置。本发明不限于此配置。传感器S暴露于从物体200发射的带电粒子,且通过阴极发光及在带电粒子以特定冲击能量冲击时以特定波长范围发射光子。传感器S可与光导50及光电倍增器60相关联,光电倍增器60并入带电粒子束柱120中。光导50位于传感器S与光电倍增器60之间。带电粒子束柱120以特定柱及晶片电压操作,以使得闪烁体结构发射的光子能传播前往光导50。在与前往光导50不同的方向上发射的光子应被重新引导前往光导50。因此,传感器S也经配置以用于将光子反射前往闪烁结构,并且进一步前往光导50。

[0057] 图4是用于从物体发射的电子检测的方法300的示例。方法300包括在310中通过闪烁体结构接收电子且由于电子的接收而在320中发射光子。在320中发射光子之后,在330中将已穿过涂覆结构的光子反射前往闪烁体结构。闪烁体结构与涂覆结构之间的界面经配置且可操作以控制界面属性。方法300可包括340中实质上防止负离子到达闪烁体。这样的实质防止可包括防止所有负离子到达闪烁体,或仅防止大多数(例如80%、90%、95%、99%等)负离子到达闪烁体。

[0058] 图5是用于增加从物体发射的用于电子检测的传感器的寿命的方法400的示例。方法400在410中包括提供闪烁体结构,所述闪烁体结构具有与多涂覆结构交界的有效区域,经配置以用于将有效区域发射的光子反射返回,在420中,控制有效区域与多涂覆结构之间的界面的属性,且在步骤430中,最小化以下两者:有效区域的阴极发光效率的逐渐劣化、及在所述传感器操作期间产生且在整个所述闪烁体的寿命期间演变的阴极发光的动态改变,从而增加传感器的寿命。方法400可进一步包括422中的选择多涂覆结构的材料以提供与闪烁体材料的良好电接触(欧姆接触)。方法400可进一步包括432中的消除负离子与闪烁体结构的相互作用。为此,方法400可进一步包括434中的选择多涂覆结构的厚度。例如,可增加多涂覆结构的厚度。

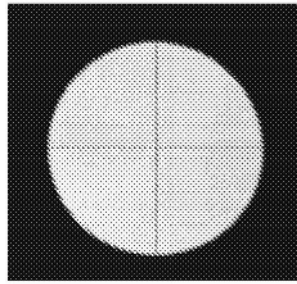


图1A

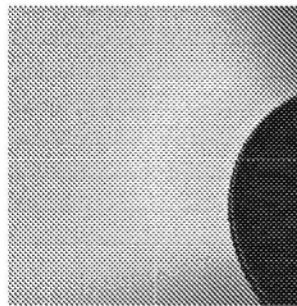


图1B

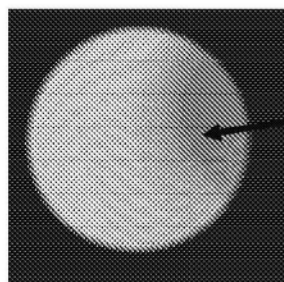


图 1C

损坏

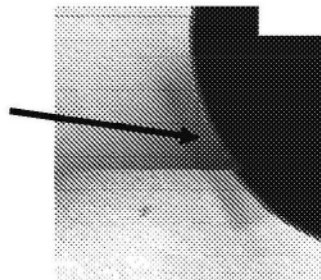


图 1D

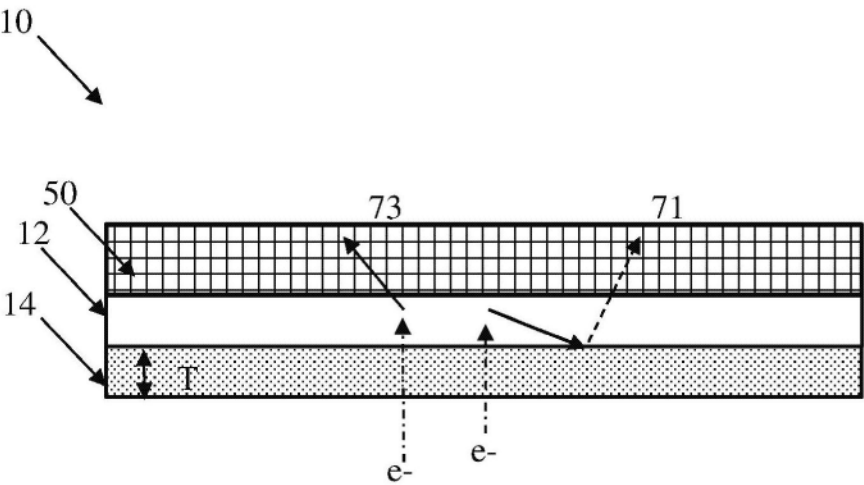


图1E

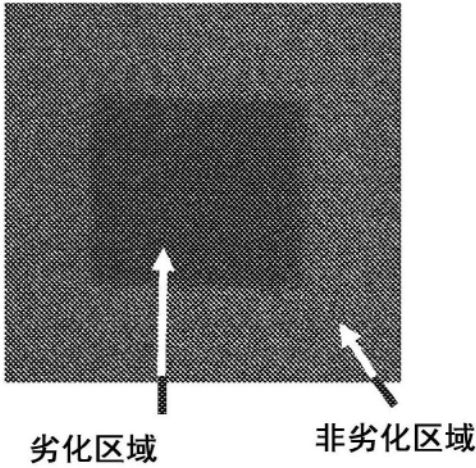


图2A

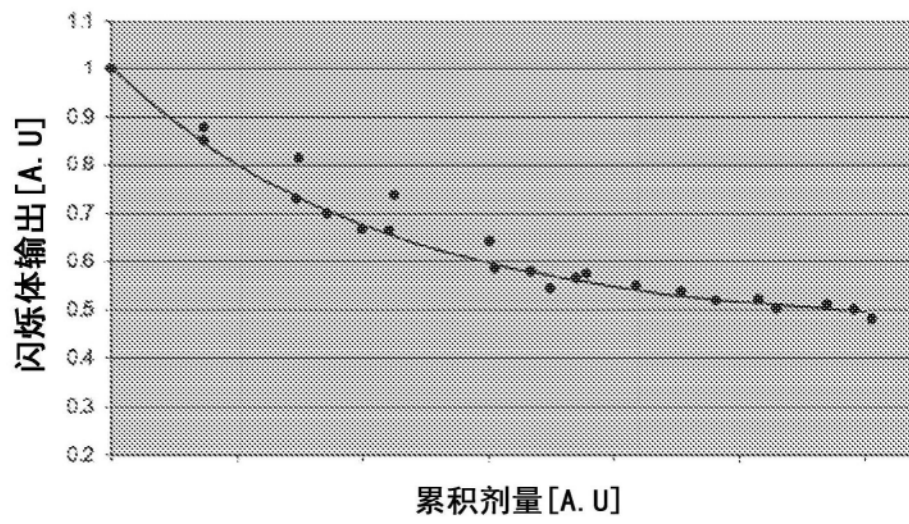


图2B

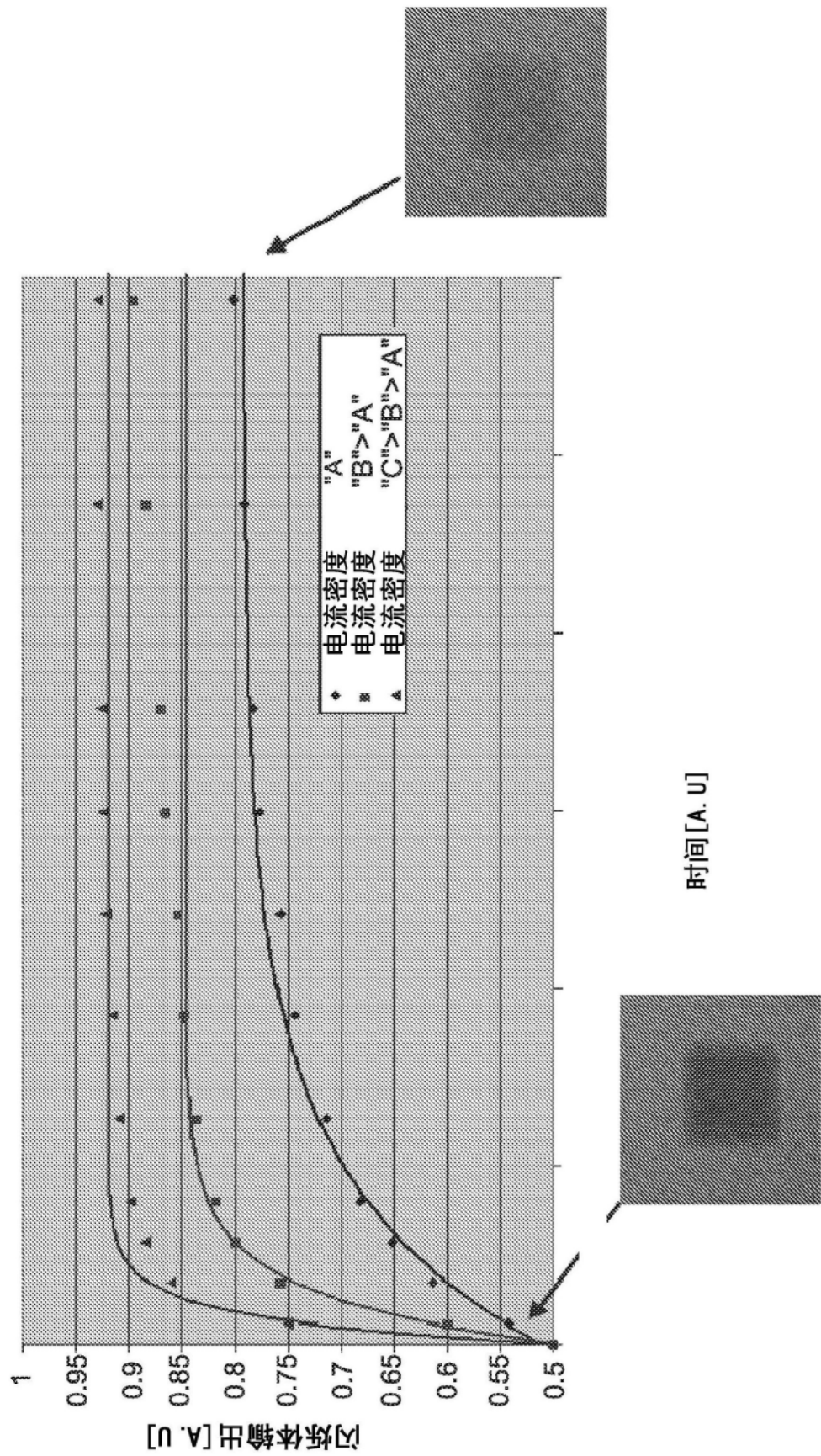


图2C

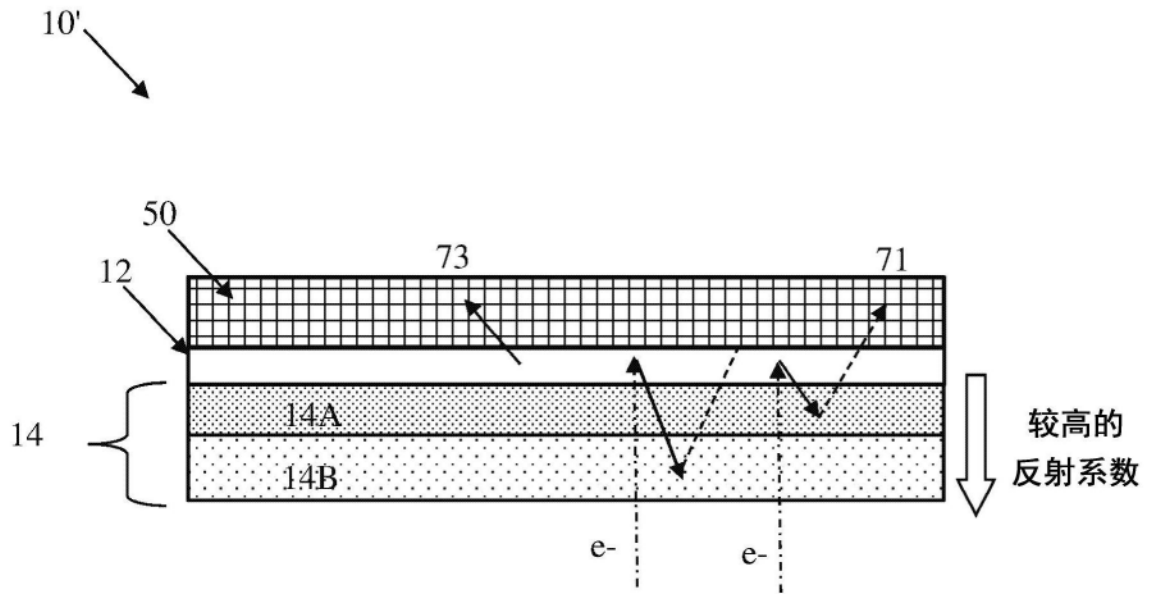


图2D

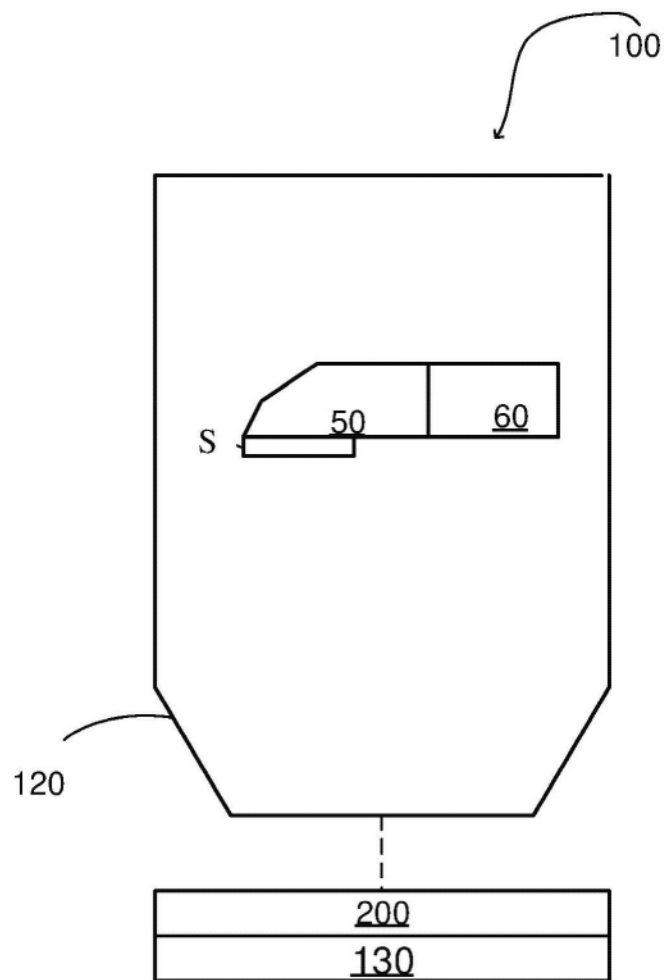


图3

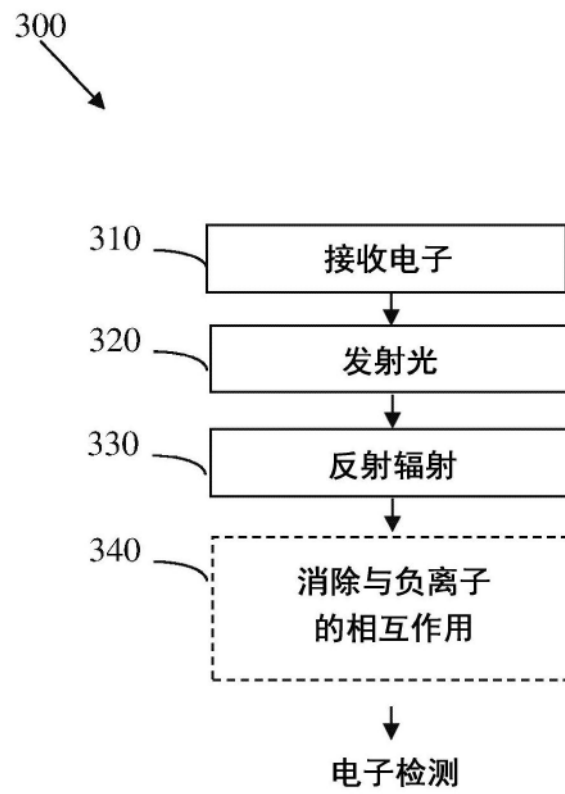


图4

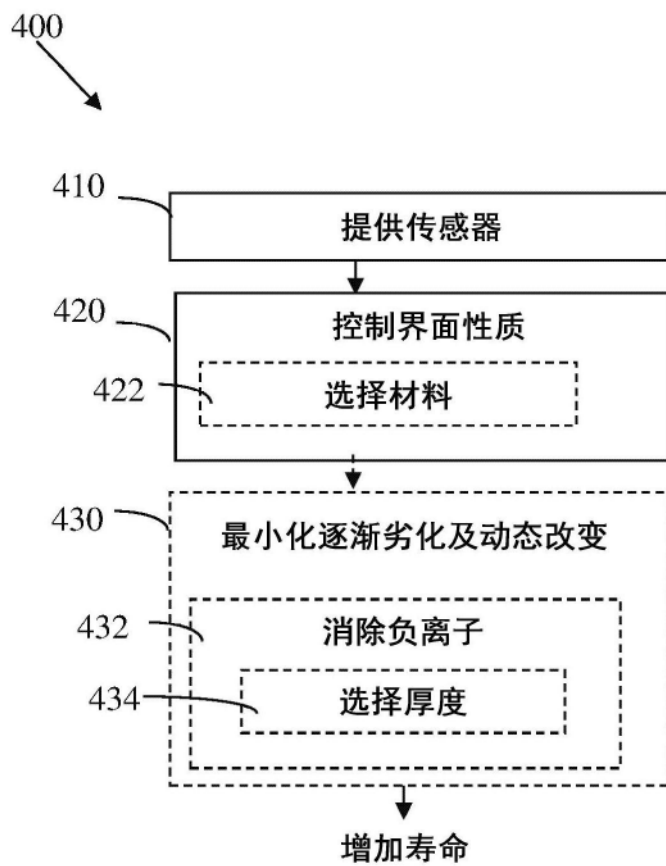


图5