



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107004686 B

(45) 授权公告日 2021.07.20

(21) 申请号 201580061634.0

(22) 申请日 2015.10.30

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107004686 A

(43) 申请公布日 2017.08.01

(30) 优先权数据  
14193004.0 2014.11.13 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2017.05.12

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/EP2015/075193 2015.10.30

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02016/074945 EN 2016.05.19

(73) 专利权人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 J·W·M·雅各布斯  
O·J·维默斯 J·J·范厄凯尔

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
72002

代理人 李光颖 王英

(51) Int.Cl.  
G01T 1/20 (2006.01)

(56) 对比文件  
CN 203838347 U, 2014.09.17  
CN 1779867 A, 2006.05.31  
US 2004042585 A1, 2004.03.04

审查员 温菊红

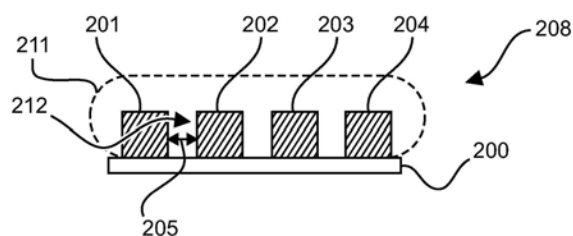
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

### (54) 发明名称

具有优化的效率的像素化闪烁体

### (57) 摘要

本发明涉及一种用于制造像素化闪烁体的方法,其中,以这样的方式来提供像素化闪烁体结构(211)和连接结构(200):使得所述连接结构与所述像素化闪烁体结构的两个邻近像素机械接触。此外,所述像素化闪烁体结构包括第一烧结-收缩-系数并且所述连接结构包括大于所述第一烧结-收缩-系数的第二烧结-收缩-系数。在另外的方法步骤中,烧结所述像素化闪烁体结构和所述连接结构,使得减小所述像素化闪烁体结构的两个邻近像素(201、202)之间的间隙(212)。此外,本发明还涉及像素化闪烁体、探测器以及成像装置。



1. 一种用于制造像素化闪烁体(100)的方法,所述方法包括以下步骤:

提供(S1)具有第一烧结-收缩-系数的像素化闪烁体结构(211),所述像素化闪烁体结构包括两个邻近像素(201、202),所述两个邻近像素两者都具有由间隙(212)分开的顶部部分和底部部分;

提供(S2)连接结构(200、405),所述连接结构在所述两个邻近像素的所述底部部分处与所述两个邻近像素中的两者机械接触,其中,所述连接结构包括大于所述第一烧结-收缩-系数的第二烧结-收缩-系数;并且

烧结(S3)所述像素化闪烁体结构(211)和所述连接结构(200、405),由于所述第一烧结-收缩-系数与所述第二烧结-收缩-系数之间的差异使得分开所述两个邻近像素的所述间隙被减小,

其中,所述连接结构是基底层(200);并且

其中,所述像素化闪烁体结构(211)被沉积到所述基底层(200)上。

2. 根据权利要求1所述的方法,

其中,所述基底层(200)具有0.2mm至2mm之间的厚度;并且

其中,所述像素化闪烁体结构(211)具有0.2mm至5mm之间的厚度。

3. 根据权利要求1和2中的任一项所述的方法,还包括以下步骤:

提供包括第三烧结-收缩-系数的中间层结构(301),其中,所述第三烧结-收缩-系数小于所述第二烧结-收缩-系数并且大于所述第一烧结-收缩-系数,中间层材料与所述基底层(200)和所述像素化闪烁体结构(211)机械接触;并且

其中,所述中间层材料与所述基底层和所述像素化闪烁体结构一起被烧结。

4. 根据权利要求1-2中的任一项所述的方法,还包括以下步骤:

移除所述连接结构(200)。

5. 根据权利要求1-2中的任一项所述的方法,

其中,所述连接结构(405)被提供在将所述两个邻近像素(401、402)分开的所述间隙(410)中。

6. 根据权利要求1-2中的任一项所述的方法,

其中,对所述像素化闪烁体结构(211)的所述提供是通过增材层制造完成的。

7. 根据权利要求1-2中的任一项所述的方法,

其中,在烧结之后,所提供的像素化闪烁体结构(211)的所述像素(201、202、203、204)具有0.05mm至2mm之间的宽度,并且所提供的像素化闪烁体结构的所述间隙具有低于150 $\mu$ m的宽度。

8. 根据权利要求1-2中的任一项所述的方法,

其中,所述第一烧结-收缩-系数与所述第二烧结-收缩-系数之间的比率在0.95与0.2之间。

9. 根据权利要求1-2中的任一项所述的方法,

其中,所提供的闪烁体结构(211)包括具有接合材料的第一相对量的闪烁陶瓷材料;

其中,所提供的连接结构(200、405)包括具有接合材料的第二相对量的所述闪烁陶瓷材料;并且

其中,所述第一相对量和所述第二相对量是不同的。

10. 根据权利要求1-2中的任一项所述的方法,还包括以下步骤:  
利用反射涂层材料来涂覆所述像素化闪烁体结构(211)。
11. 一种包括通过根据权利要求1至10中的任一项所述的方法制造的像素化闪烁体的探测器。
12. 一种包括根据权利要求11所述的探测器的成像装置。

## 具有优化的效率的像素化闪烁体

### 技术领域

[0001] 本发明涉及闪烁体的领域。具体而言，本发明涉及用于制造像素化闪烁体的方法，并且涉及像素化闪烁体。

### 背景技术

[0002] 在辐射探测器中的闪烁体可以包括由间隙分开的个体像素的阵列。这样的像素化闪烁体能够由闪烁陶瓷材料形成。

[0003] 在US 2012/0308837 A1中描述了由3D喷墨打印生成制备陶瓷形状主体的工艺。

### 发明内容

[0004] 能够期望优化像素化闪烁体的效率。在独立权利要求中陈述了本发明的各方面。在从属权利要求、说明书和附图中阐述了优点和另外的实施例。

[0005] 本发明的第一个方面涉及一种用于制造像素化闪烁体的方法。所述方法包括提供具有第一烧结-收缩-系数的像素化闪烁体结构的步骤，所述像素化闪烁体结构包括两个邻近像素，两者具有由间隙分开的顶部部分和底部部分。此外，所述方法包括提供连接结构的步骤，所述连接结构在所述两个邻近像素的底部部分处与所述两个邻近像素中的两者机械接触，其中，所述连接结构包括大于所述第一烧结-收缩-系数的第二烧结-收缩-系数。此外，所述方法包括以下步骤：烧结所述像素化闪烁体结构和所述连接结构，使得所述间隙由于在第一与第二烧结-收缩-系数之间的差异而减小。

[0006] 本发明的主旨可以被视为提供用于以较高或优化的效率来制造像素化闪烁体的方法。这可以通过提供两个不同的结构来实现，闪烁体结构和连接结构，其具有不同的烧结-收缩-系数，以这种方式，使得不同的烧结-收缩-系数导致分开两个邻近像素的间隙在烧结工艺期间被减小。

[0007] 所述制造方法可以至少部分地包括增材制造的步骤，即，增加层制造 (ALM) 和/或3D打印。例如，所述像素化闪烁体结构和/或所述连接结构可以借助于增加层制造和/或3D打印来提供。所述增加层制造和/或3D打印方法可以包括小悬浮液滴 (喷墨打印) 的连续沉积和/或薄的局部硬化层的沉积。通常，增材制造，即ALM和/或3D打印，允许闪烁体结构被逐层地制造。所提供的结构，即闪烁体结构和/或连接结构，可以在粘合剂材料中包括所谓的绿相粒子。粘合剂材料中的这些绿相粒子可以在加热步骤之后形成陶瓷闪烁体，其也被称为烧结步骤。所述像素化闪烁体结构和/或所述连接结构例如可以由增材制造来沉积。例如，所述像素化闪烁体结构和/或所述连接结构可以被沉积在工作表面上。

[0008] 所述闪烁体可以涉及当其由高能光子和/或电离辐射 (例如由X射线) 激励时呈现闪烁的设备。所述像素化闪烁体可以包括多个分开的像素，其被配置为分开的并且独立于像素化闪烁体的其他像素而发射闪烁。所述像素化闪烁体的像素例如可以具有方形形状的或圆形截面。换言之，所述像素化闪烁体结构的像素可以具有长方体或圆柱体形状。然而，所述像素化闪烁体结构的像素还可以具有不同的形状。

[0009] 所述像素化闪烁体,即,所述像素化闪烁体结构和/或所述连接结构,能够包括CsI:Tl、掺铊碘化铯、或者其他陶瓷闪烁材料。例如,所述像素化闪烁体,即,所述像素化闪烁体结构和/或所述连接结构,能够包括从包括以下项的组中选择材料:碘化铯或硫化铟或碘化钠或硅酸镱或锆铋氧化物或者任何其他闪烁材料。具体地,可以使用如被称为GS0的氧化硅酸钆的闪烁材料,其是一种类型的闪烁无机晶体,用于在核医学中进行成像并且用于测热法,或者硅酸铋镱,也被称为LYSO,其是主要用作闪烁体晶体的无机化合物。

[0010] 此外,针对所述像素化闪烁体,即,所述像素化闪烁体结构和/或所述连接结构,可以使用无机闪烁体,例如,碱金属卤化物,常常具有小量的激活杂质、NaI (Tl) (铊掺杂碘化钠)。其他无机碱卤晶体例如是:CsI (Tl)、CsI (Na)、CsI (纯)、CsF、KI (Tl)、LiI (Eu)。一些非碱卤晶体可以包括:BaF<sub>2</sub>、CaF<sub>2</sub> (Eu)、ZnS (Ag)、CaWO<sub>4</sub>、CdWO<sub>4</sub>、YAG (Ce) (Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub> (Ce))。此外,针对所述像素化闪烁体,即,所述像素化闪烁体结构和/或所述连接结构,可以使用钇铝石榴子石;YAG、Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>或者石榴石组或硅酸盐矿物的任何其他合成晶体材料,或者任何金属间化合物或合金或任何其他金属化合物包括稀土金属,例如,钇、铈、铽、镱或钆。

[0011] 所述像素化闪烁体结构的提供可以涉及添加所述像素化闪烁体结构的步骤。例如,可以通过增材制造,即ALM和/或3D打印,来添加所述像素化闪烁体结构。此外,所述像素化闪烁体结构可以被添加到所述连接结构上,其可以首先被添加。

[0012] 在本发明的背景下,术语烧结-收缩-系数可以分别涉及所述像素化闪烁体结构和所述连接结构的材料的性质。在烧结期间,所述烧结-收缩-系数可以涉及各自材料的收缩因子。例如,所述烧结-收缩-系数可以依据百分比来表达。所述烧结-收缩-系数可以涉及由该材料制成的主体的长度的收缩的百分比。例如,20%的烧结-收缩-系数可以涉及以下事实,在烧结期间对象的长度收缩20%。材料的烧结-收缩-系数例如可以通过在烧结之前和烧结之后测量由该材料制成的主体的长度来确定。在这种情况下,所述烧结-收缩-系数可以通过将在烧结之前的长度与在烧结之后的长度的差异除以在烧结之前的长度来计算。例如,所述像素化闪烁体结构的第一烧结-收缩-系数可以达20%的量,并且所述连接结构的第二烧结-收缩-系数可以达40%的量。然而,这些仅仅是示范性值,其也可以是不同的。所述像素化闪烁体结构和所述连接结构的所述烧结-收缩-系数例如可以通过选择针对所述像素化闪烁体结构和所述连接结构的粘合剂材料的特定相对量来实现。

[0013] 不同的烧结-收缩-系数也可以通过选择针对所述像素化闪烁体结构和所述连接结构的不同陶瓷材料来实现。

[0014] 两个邻近像素可以涉及接近彼此被定位并且由间隙分开的闪烁体结构的两个像素。换言之,所述间隙可以位于两个邻近像素之间。所述闪烁体结构还可以包括超过两个像素,其中,多个像素中的每个像素可以通过间隙与邻近像素分开。

[0015] 所述连接机构可以涉及连接两个邻近像素并且与所述两个邻近像素机械接触的结构。存在不同的方式来实现所述连接结构。例如,所述连接结构可以被实现为基础层,其例如可以被定位在所述两个邻近像素的下面。然而,所述连接结构还可以被定位在所述两个邻近像素之间,即,其可以被定位在分开所述两个邻近像素的间隙中。此外,所述连接结构还可以涉及连续结构或者涉及多个隔离的连接结构,其与所述两个邻近像素中的两者机械接触。连接结构与所述邻近像素中的两者机械接触的特征可以涉及,所述连接机构的收缩被转移到所述两个邻近像素以使得在所述两个邻近像素之间的间隙减小的特征。所述间

隙的减小能够涉及所述间隙的宽度的减小。

[0016] 烧结所述像素化闪烁体结构和所述连接结构的步骤可以涉及对所述闪烁体结构和所述连接结构的加热步骤。例如,以在1600℃与1800℃之间的温度来执行烧结。可以在大气压力处执行所述烧结。此外,在对所述像素化闪烁体结构和所述连接结构的烧结期间,可能不必要固定所述结构的几何结构,使得它们可以在烧结期间收缩,即,烧结步骤可以以这样的方式来执行,即使得所述像素化闪烁体结构和所述连接结构的几何结构不被固定。

[0017] 所描述的方法的步骤可以以所描述的顺序或者以另一顺序或者甚至彼此并行地执行。例如,所述像素化闪烁体结构的提供可以在对所述连接结构的提供之前、期间或者之后执行。因此,所述像素化闪烁体结构还可以在与所述连接结构相同的时间处被提供。

[0018] 利用这种方法,能够以这样的方式来制造像素化闪烁体:使得在两个邻近像素之间的间隙被最小化,即使得所述像素化闪烁体包括较大的探测器表面。以这种方式,优化了所述闪烁体的效率。

[0019] 根据示范性实施例,所述连接结构是基础层,其中,所述像素化闪烁体结构被沉积到所述基础层上。

[0020] 例如,首先提供所述基础层,并且在随后的步骤中将所述像素化闪烁体结构沉积到所述基础层上。所述基础层可以是定位在所述像素化闪烁体结构的下面的连续层。此外,所述连接结构可以是基础层,并且可以被沉积在工作表面上,并且所述像素化闪烁体结构可以被沉积到所述基础层上。

[0021] 以这种方式,所述基础层可以与所述像素化闪烁体结构独立地提供,即,在本文中所描述的制造方法的独立的步骤中。换言之,用于提供所述基础层和所述闪烁体结构的设备能够被配置用于首先提供所述基础层,并且用于在随后的步骤中提供所述像素化闪烁体结构。

[0022] 根据另一示范性实施例,所述基础层具有0.2mm至2mm之间的厚度,并且所述像素化闪烁体结构具有0.2mm至5mm之间的厚度。

[0023] 根据另一示范性实施例,所述方法还包括移除所述连接结构的步骤。所述连接结构,例如,所述基础层,例如可以通过研磨来移除。

[0024] 根据另一示范性实施例,所述方法还包括提供包括第三烧结-收缩-系数的中间层结构的步骤,其中,所述第三烧结-收缩-系数大于所述第一烧结-收缩-系数并且小于所述第二烧结-收缩-系数。此外,所述中间层结构与所述基层结构和所述像素化闪烁体结构机械接触。此外,所述中间层结构与所述基础层和所述像素化闪烁体层一起被烧结。

[0025] 换言之,中间层结构可以被提供在所述基础层与所述像素化闪烁体结构之间,其中,所述中间层结构包括中间烧结-收缩-系数,使得能够减小在所述基础层与所述像素化闪烁体结构之间的应力,其可以由于不同的烧结-收缩-系数。以这种方式,能够避免或者至少减小所述闪烁体的翘曲。此外,所述中间层结构自身能够包括具有不同烧结-收缩-系数的多个不同的层,使得所述中间层具有烧结-收缩-系数的梯度。此外,所述中间层结构还可以被提供为被沉积到所述基础层上的连续层。还能够提供所述中间层结构作为分开的中间层结构,其被定位在所述基础层与每个像素之间,即使得每个像素包括被定位在所述像素与所述基础层之间的中间层结构。

[0026] 根据另一示范性实施例,所述连接结构被提供在分开两个邻近像素的间隙中。所

述连接结构例如可以连续地填充分开所述两个邻近像素的间隙,或者被提供为在分开所述两个邻近像素的间隙中的隔离的斑点。

[0027] 换言之,所述连接结构可以被提供在所述闪烁体像素之间,例如在所述像素化闪烁体结构的底部处。通过提供所述连接结构作为在所述像素之间的隔离的斑点,即,不作为连续结构,所述像素化闪烁体结构的翘曲可以被进一步减小或者避免。此外,所述连接结构可以仅被定位在所述间隙的一个端部上,例如,在较低的端部上。在烧结之后,包括在分开两个邻近像素的间隙中的所述连接结构的像素化闪烁体结构的部分(例如,较低端)例如能够通过研磨来移除。

[0028] 根据另外的示范性实施例,通过增材层制造来完成对所述像素化闪烁体结构的提供。此外,还可以通过增材层制造来完成对所述连接结构和/或所述中间层结构的提供。

[0029] 在本发明的背景下,所述增材层制造还可以涉及3D打印,这可以通过小悬浮液滴(喷墨打印)的连续沉积或者通过薄局部硬化层的连续沉积来执行。

[0030] 根据另一示范性实施例,在烧结之后,所提供的像素化闪烁体结构的像素具有0.05mm至2mm之间的宽度,并且所提供的像素化闪烁体结构的间隙具有低于150 $\mu$ m的宽度。优选地,所提供的像素化闪烁体结构的间隙的宽度在烧结之后具有低于100 $\mu$ m、更优选低于50 $\mu$ m、甚至更优选低于100 $\mu$ m的宽度。

[0031] 根据另一示范性实施例,第一烧结-收缩-系数与第二烧结-收缩-系数之间的比率在0.95与0.2之间。例如,所述像素化闪烁体结构可以包括总计为20%的第一烧结-收缩-系数,并且所述连接结构可以包括总计为40%的第二烧结-收缩-系数。

[0032] 利用第一和第二烧结-收缩-系数的这样的比率,所述间隙的收缩强于所述像素的收缩,使得闪烁体表面和所述闪烁体的效率被增强。

[0033] 根据另一示范性实施例,所提供的闪烁体结构包括具有接合(bind)材料的第一相对量的闪烁陶瓷材料。所提供的连接结构包括具有接合材料的第二相对量的闪烁陶瓷材料。因此,接合材料的所述第一相对量和接合材料的所述第二相对量是不同的。

[0034] 接合材料的所述相对量可以指代分别在所述闪烁体结构和所述连接结构中的接合材料的粒子浓度。在接合材料的所述第一相对量与接合材料的所述第二相对量之间的差异可以使得所述第一烧结-收缩-系数不同于所述第二烧结-收缩-系数。

[0035] 根据另一示范性实施例,所述方法还包括利用反射涂层材料来涂覆所述像素化闪烁体结构的步骤。通过涂覆所述像素化闪烁体结构,可以利用反光材料来填充分开所述像素的所述间隙。

[0036] 例如,利用反光材料,例如利用具有反射(例如白色)粒子的环氧树脂材料来涂覆所述像素化闪烁体结构。所述环氧树脂材料可以是填充TiO<sub>2</sub>的环氧树脂反射体。备选地,Al或Ag的薄反射层能够被应用到所述像素化闪烁体结构。

[0037] 本发明的另一方面涉及包括以下项的像素化闪烁体:具有第一烧结-收缩-系数的像素化闪烁体结构,包括由间隙分开的两个邻近像素的像素化闪烁体结构。此外,所述像素化闪烁体包括连接结构,所述连接结构与两个邻近像素中的两者机械接触,其中,所述连接结构包括大于所述第一烧结-收缩-系数的第二烧结-收缩-系数。

[0038] 关于本文中所描述的方法所描述的像素化闪烁体的特征还可以描述或定义根据本发明的该方面的像素化闪烁体。根据本发明的该方面的像素化闪烁体例如可以在本文

中所描述的方法的中间产物。例如,所述像素化闪烁体可以在所述烧结过程之前出现。该像素化闪烁体可以具有这样的性质:在烧结所述像素化闪烁体之后,所述间隙的减小超过所述像素,使得所述闪烁体表面和所述闪烁体的效率被最大化。

[0039] 另一方面涉及包括像素化闪烁体结构的像素化闪烁体,所述像素化闪烁体结构包括两个邻近像素,所述两个邻近像素由间隙(212)分开,其中,所述间隙具有低于150 $\mu\text{m}$ 的宽度。优选地,所述像素化闪烁体结构的间隙的宽度可以具有低于100 $\mu\text{m}$ 、更优选低于50 $\mu\text{m}$ 、甚至更优选低于10 $\mu\text{m}$ 的宽度。

[0040] 所述像素化闪烁体可以利用在本发明的背景下所描述的方法来制造。因此,所述像素化闪烁体可以涉及在本文中所描述的方法的最终产物。例如,通过增加层制造、例如ALM和/或3D打印来制造所述像素化闪烁体。此外,所述像素化闪烁体结构可以如关于所描述的方法所描述地进行烧结。

[0041] 所述像素化闪烁体可以包括被用在所描述的制造方法中的材料。因此,所述像素化闪烁体结构可以包括闪烁陶瓷材料,例如,CsI:Tl、掺铊碘化铯或者在本文中所描述的其他陶瓷闪烁材料。

[0042] 根据示范性实施例,其中,所述像素化闪烁体结构的像素具有0.05mm至2mm之间的宽度。此外,所述像素化闪烁体结构具有0.2mm至5mm之间的厚度。

[0043] 本发明的另一方面涉及包括在本发明的背景下所描述的像素化闪烁体的探测器。

[0044] 所述探测器可以是辐射探测器,例如X射线探测器。

[0045] 本发明的另一方面涉及一种包括在本发明的背景下所描述的探测器的成像装置。

[0046] 所述成像装置可以是医学成像装置,例如,X射线成像装置。

[0047] 参考下文所描述的实施例,本发明的这些和其他方面将显而易见并且得以阐述。

## 附图说明

[0048] 图1示出了根据本发明的示范性实施例的像素化闪烁体。

[0049] 图2A至2E示出了根据本发明的示范性实施例的像素化闪烁体的不同的制造步骤。

[0050] 图3A和3B示出了根据本发明的示范性实施例的具有在烧结之前和之后的中间层的像素化闪烁体。

[0051] 图4A至4D示出了根据本发明的示范性实施例的像素化闪烁体的不同制造步骤。

[0052] 图5示出了根据本发明的示范性实施例的方法的流程图。

[0053] 图6示出了在烧结之前和之后的根据本发明的示范性实施例的像素化闪烁体。

[0054] 图7示出了根据本发明的示范性实施例的探测器。

[0055] 图8示出了根据本发明的示范性实施例的成像装置。

[0056] 附图仅仅是示意性的并且未按真实比例。如果在不同的附图中使用相同的附图标记,它们可能涉及相同或相似的要素。然而,也可以利用不同的附图标记来标注相似或相同的要素。

## 具体实施方式

[0057] 为了清楚起见,在示范性实施例中示出了具有小数量的像素的像素化闪烁体。然而,所述像素化闪烁体也可以具有更大数量的像素,例如,16x16个像素,或者另一数量的像



素。

[0058] 图1示出了根据本发明的示范性实施例的像素化闪烁体100。像素化闪烁体100包括具有第一烧结-收缩-系数的像素化闪烁体结构106,包括由间隙104分开的两个邻近像素102、103的像素化闪烁体结构106。此外,像素化闪烁体100包括连接结构101,连接结构101仅在两个邻近像素的基底处与两个邻近像素102、103两者机械接触,其中,连接结构101包括大于所述第一烧结-收缩-系数的第二烧结-收缩-系数。所述烧结-收缩-系数例如参考图6来解释。

[0059] 在该示范性实施例中,连接结构101是基底层,在所述基底层上,提供了像素化闪烁体结构106。基底层101例如还由增材制造和/或3D打印来提供,并且被形成连续平面层。

[0060] 根据该示范性实施例的像素化闪烁体100是本文中所描述的方法的中间产物,并且在烧结步骤之前被示出。在烧结之前,分开两个邻近像素102和103的间隙104具有宽度105,所述宽度例如总计为100 $\mu\text{m}$ 或更多。在烧结之后,间隙104的宽度105将小于50 $\mu\text{m}$ 。

[0061] 图2A至2E示出了用于制造在本文中所描述的像素化闪烁体的方法的不同中间产物。所述附图以侧视图示出。

[0062] 在图2A中,示出了连接结构100,在该实施例中为基底层200,其是根据所描述的方法提供的。基底层200包括第二烧结-收缩-系数。

[0063] 在图2B中,示出了在提供像素化闪烁体结构211之后的中间产物。像素化闪烁体结构211被沉积到基底层200上,并且包括多个分开的像素201、202、203和204。由具有宽度205的间隙212来分开邻近像素201和202。该中间产物是在烧结之前的像素化闪烁体208,其中,分开两个邻近像素201和202的间隙212的宽度205例如总计为100 $\mu\text{m}$ 。像素化闪烁体结构包括第一烧结-收缩-系数,其小于基底层200的第二烧结-收缩-系数。

[0064] 在图2C中,示出了在烧结之后的像素化闪烁体209,即,在本文中所描述的方法的中间产物。在烧结步骤期间,像素201、202、203和204以及基底层200具有收缩。然而,由于基底层200的更大的第二烧结-收缩-系数,因此基底层200具有比像素201、202、203和204更多的收缩,使得间隙212的宽度206具有比201、202、203和204更多的收缩。

[0065] 在图2D中,示出了在位于基底层200上的像素201、202、203和204被涂覆有涂层材料207(环氧树脂反射体)之后的本文中所描述的方法的中间产物。

[0066] 在图2E中,示出了在基底层200已经被移除,例如,已经被研磨掉之后的最终像素化闪烁体210。因此,仅包括像素201、202、203和204以及涂层材料207的像素化闪烁体结构保留。

[0067] 在图3A和3B中,示出了在烧结步骤之前和之后的像素化闪烁体,其中,所述像素化闪烁体包括中间层结构301。

[0068] 在图3A中,示出了在烧结之前的像素化闪烁体包括连接结构200,在这种情况下为基底层200以及分开的像素,其中,在每个像素201与基底层200之间定位有中间层结构301。根据该示范性实施例,首先提供基底层200,并且随后提供中间层结构301。以这样的方式来提供中间层结构301:使得其包括多个分开的中间层结构301,所述多个分开的中间层结构被提供在其中将提供像素201的位置处。然而,中间层结构301也可以被提供为连续层,所述连续层被定位在基底层200上。

[0069] 在图3B中,示出了在烧结步骤之后的包括中间层结构的像素化闪烁体。由于中间层结构301具有小于基底层200的第二烧结-收缩-系数并且大于像素化闪烁体结构的像素201的第一烧结-收缩-系数的第三烧结-收缩-系数,中间层结构301具有中间收缩。换言之,中间层结构301在所述烧结步骤期间收缩小于基底层200并且收缩大于像素201。以这种方式,在基底层200与包括像素201的像素化闪烁体结构之间引起较少的应力。

[0070] 在图4A至4D中,示出了在本文中所描述的方法的中间产物,其中,所述连接结构包括位于像素化闪烁体结构的像素之间的多个分开的连接结构。

[0071] 在图4A中,示出提供了多个像素401、402、403和404,其中,所述连接结构包括位于所述像素之间的分开的连接结构405、406、407和408。换言之,由间隙410分开邻近像素410和402,其中,连接结构405被定位在间隙410中。以这种方式,连接结构405与邻近像素401和402两者机械接触。同样地,连接结构406和407还被定位在两个邻近像素402与403或403与404之间的间隙中。因此,在图4A中,示出了在烧结之前的像素化闪烁体208。可以以这样的方式提供连接结构405、406、407和408:其不填充完整间隙。例如,它们可以仅分别被提供在所述间隙和所述像素化闪烁体结构的较低部分中。

[0072] 在图4B中,示出了在烧结之后的像素化闪烁体209。在烧结期间,像素401、402、403和404以及连接结构405、406、407和408具有收缩。然而,由于所述连接结构的第二烧结-收缩-系数大于包括像素401、402、403和404的像素化闪烁体结构的第一烧结-收缩-系数,因此在像素之间的间隙具有大于像素的收缩。

[0073] 在图4C中,在利用涂层材料409(例如利用环氧树脂反射体)涂覆像素401、402、403和404以及连接结构405、406、407和408之后,示出了利用在本文中所描述的方法制造的像素化闪烁体。

[0074] 在图4D中,示出了最终的像素化闪烁体210,其中,像素401、402、403和404的较低部分(连接结构405、406、407和408被定位在其中)已经被移除,例如被研磨掉。因此,仅像素化闪烁体结构的像素401、402、403和404的涂层材料409保留。

[0075] 尽管在示范性实施例中示出了利用涂层材料来涂覆像素化闪烁体并且移除连接结构,但是也可能存在其中不执行该步骤的像素化闪烁体。

[0076] 在图5中,示出了根据本发明的示范性实施例的用于制造像素化闪烁体的方法的流程图。所述方法的步骤S1涉及以下步骤:提供具有第一烧结-收缩-系数的像素化闪烁体结构,包括由间隙分开的两个邻近像素的像素化闪烁体结构。步骤S2涉及提供连接结构,所述连接结构与两个邻近像素中的两者机械接触,其中,所述连接结构包括大于所述第一烧结-收缩-系数的第二烧结-收缩-系数。在步骤S3中,执行对像素化闪烁体结构和连接结构的烧结,使得减小间隙。

[0077] 尽管示出了步骤S1、S2和S3被顺序地执行,但是也可以以不同的顺序来执行这些步骤。例如,步骤S2能够在步骤S1之前执行。此外,能够同时执行步骤S1和S2。例如,当如在图4A至4D所示地提供在两个邻近像素之间的连接结构时,能够在相同方法步骤中利用相同打印头来提供所述像素化闪烁体结构和所述连接结构。

[0078] 图6示出了在烧结之前的根据本发明的示范性实施例的像素化闪烁体208以及在烧结之后的相同像素化闪烁体209。所述像素化闪烁体例如对应于参考图2A至2E所描述的像素化闪烁体。在烧结之前,所述连接结构,即所述基底层,具有长度 $S_p$  601,所述像素具有

宽度 $P_p$  602,并且在两个邻近像素之间的间隙具有宽度 $G_p$  603。在烧结之后,所述连接结构具有长度 $S_s$  604,所述像素具有宽度 $P_s$  605,并且在两个邻近像素之间的间隙具有宽度 $G_s$  605。所述像素化闪烁体结构的第一烧结-收缩-系数能够被计算为:

[0079]  $C_1 = (P_p - P_s) / P_p$ 。

[0080] 所述连接结构的所述第二烧结-收缩-系数能够被计算为:

[0081]  $C_2 = (S_p - S_s) / S_p$ 。

[0082] 如之前所解释的,所述第二烧结-收缩-系数大于所述第一烧结-收缩-系数,即,所述基底层在烧结期间具有大于所述像素化闪烁体结构的收缩。所述间隙的烧结-收缩-系数近似等于第二烧结-收缩-系数 $C_2$ 。

[0083] 图7示出了包括在本发明的背景下所描述的像素化闪烁体706的探测器700。所述像素化闪烁体包括烧结的像素化闪烁体结构,其包括由间隙704分开的至少两个邻近像素702和703。间隙704的宽度705小于 $150\mu\text{m}$ 。

[0084] 图8示出了成像装置801,其包括在本发明的背景下所描述的探测器802,即在图7中所示的探测器。探测器802包括像素化闪烁体803。

[0085] 通过研究附图、说明书和权利要求书,本领域的技术人员在实施请求保护的本发明时能够理解和实现对所公开实施例的其他变型。在权利要求书中,词语“包括”并不排除其它元件或步骤,并且词语“一”或“一个”并不排除多个。尽管在互不相同的从属权利要求中列举了特定措施,但是这并不表示不能有利地使用这些措施的组合。在权利要求书中的任何附图标记都不应当被解释为对范围的限制。

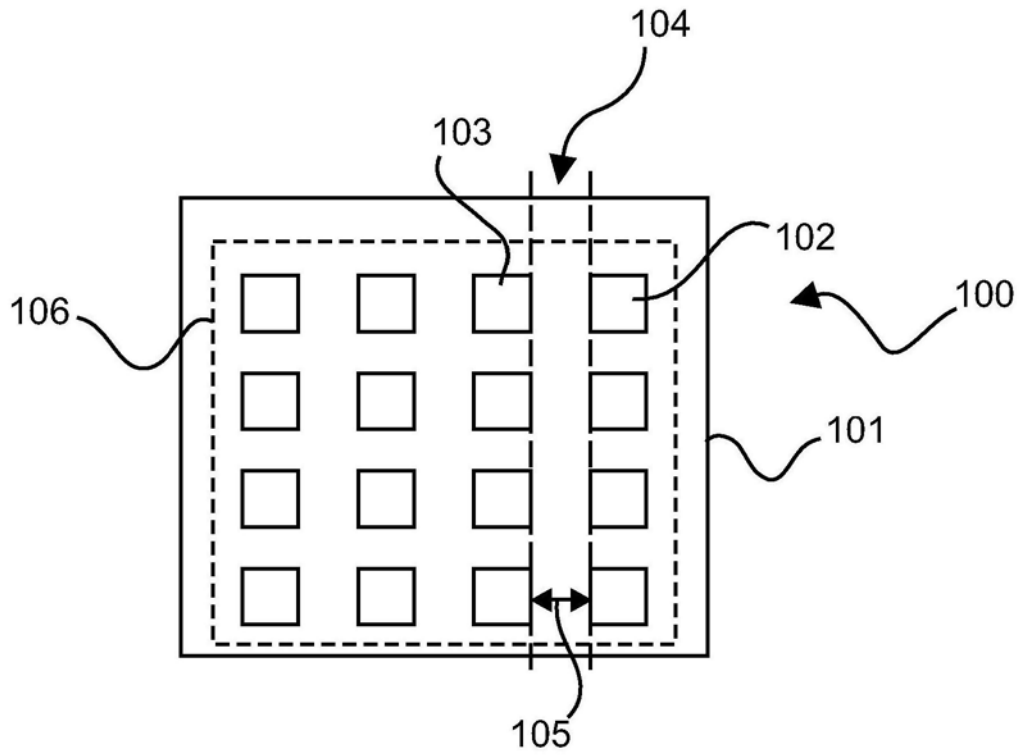


图1

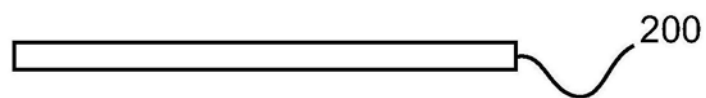


图2A

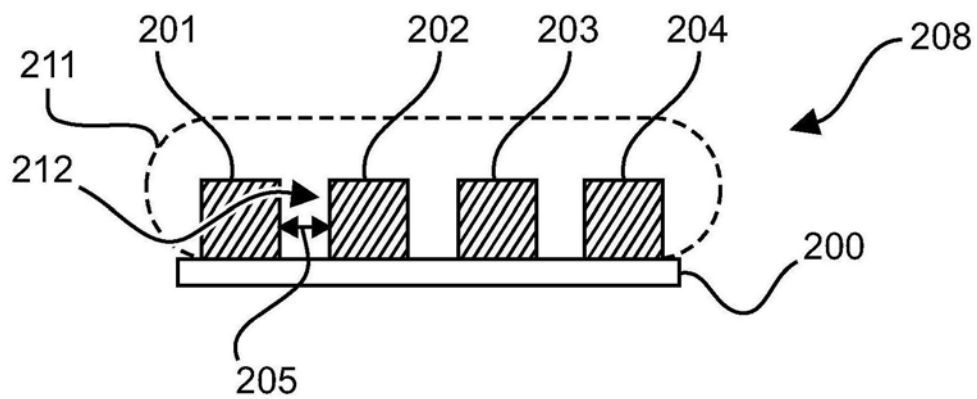


图2B

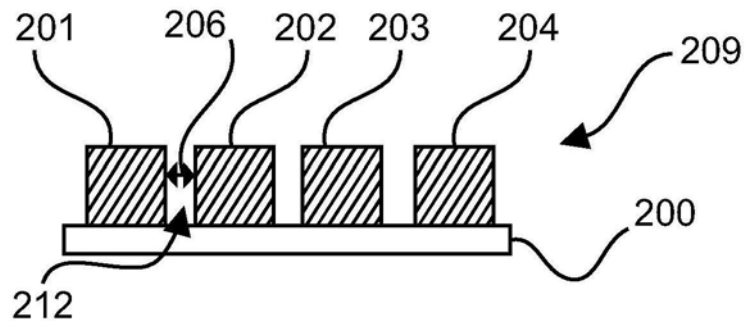


图2C

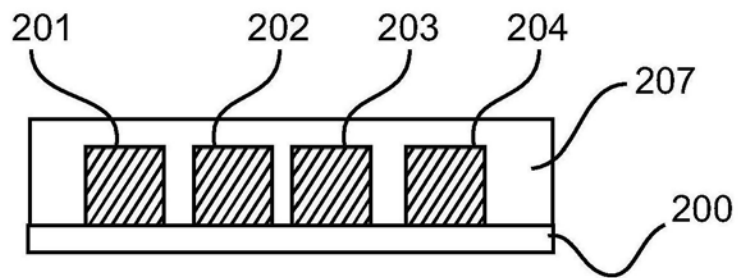


图2D

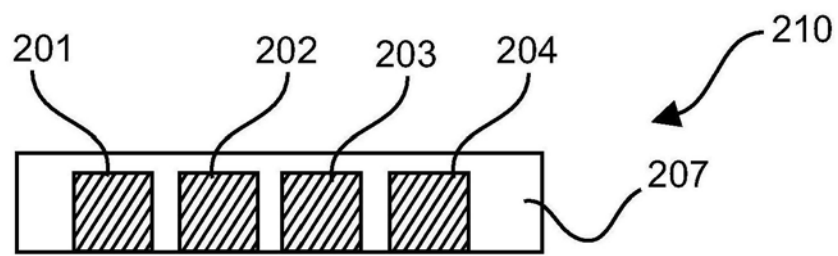


图2E

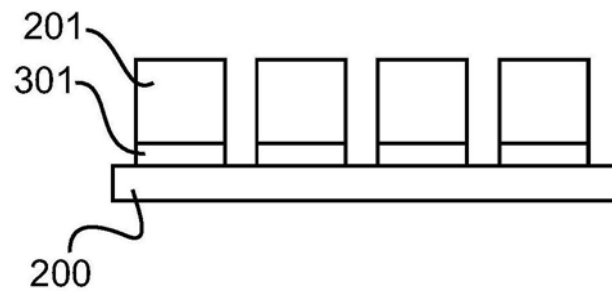


图3A

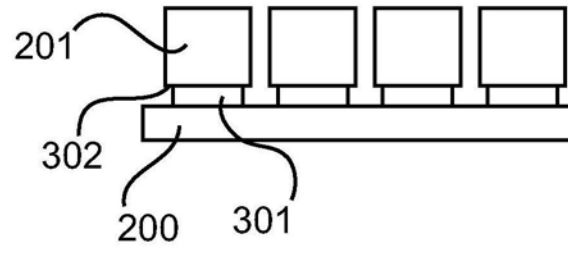


图3B

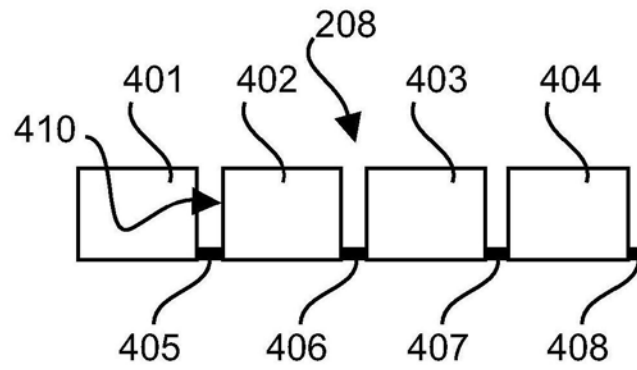


图4A

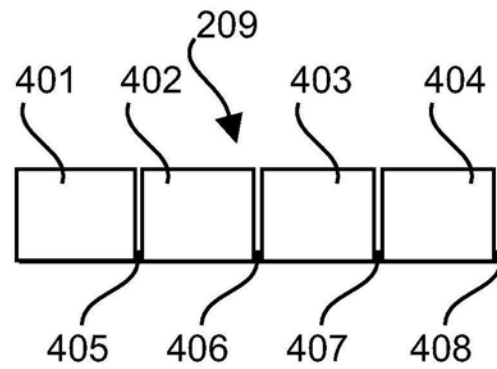


图4B

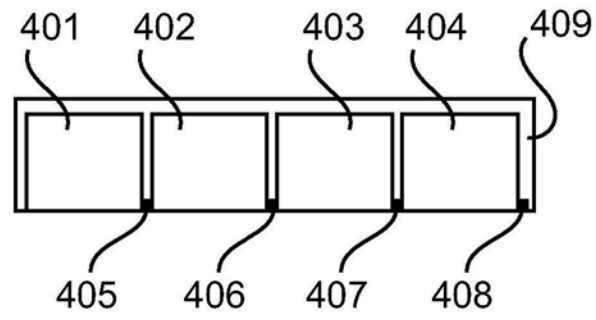


图4C

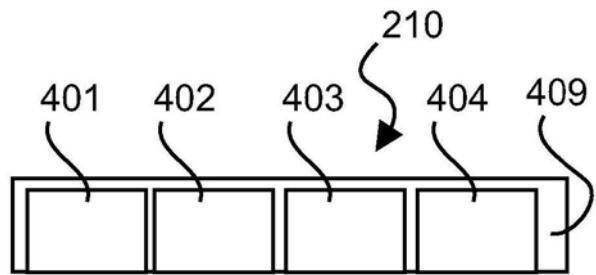


图4D

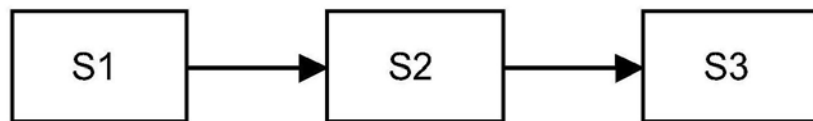


图5

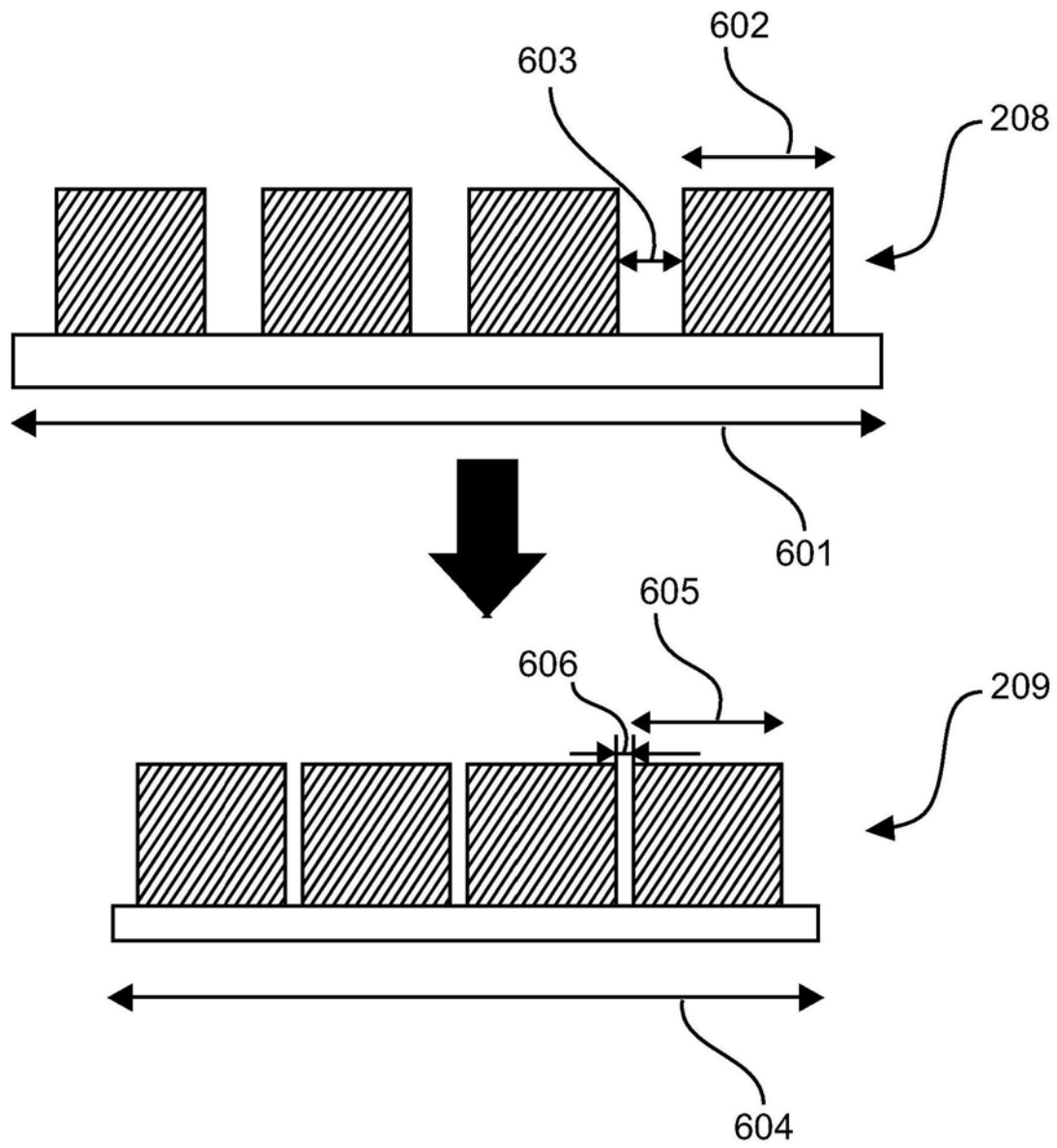


图6



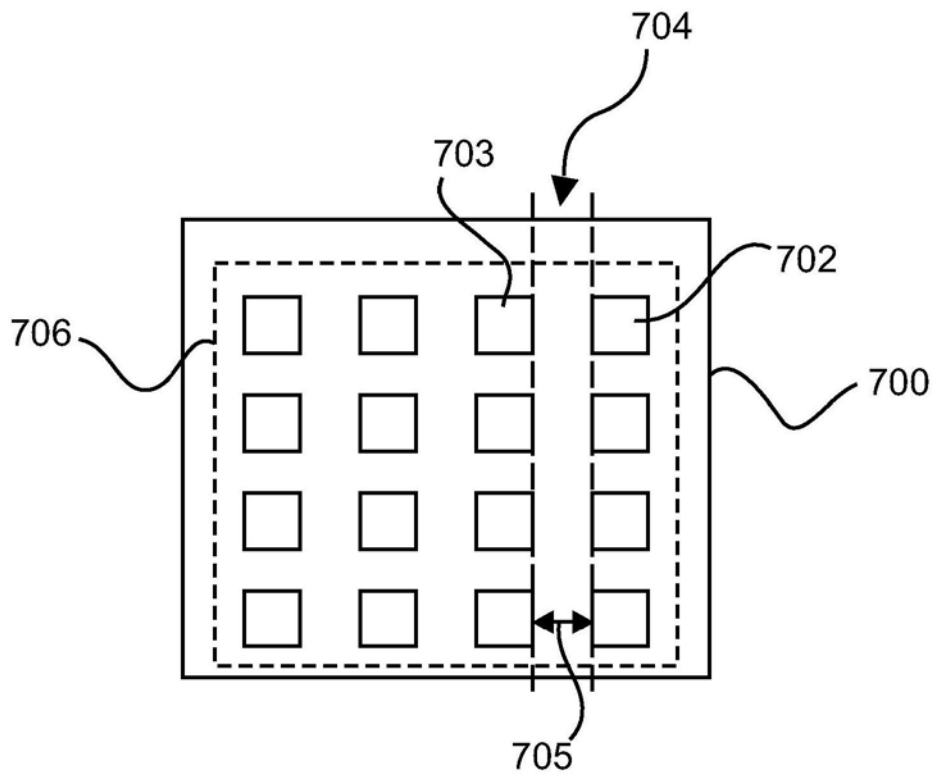


图7

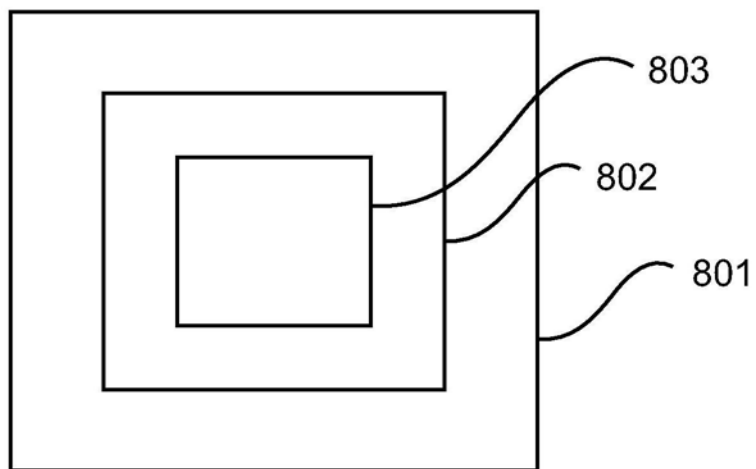


图8