



(10) 授权公告号 CN 112673285 B

(45) 授权公告日 2024. 10. 18

(21) 申请号 201980058844.2

(22) 申请日 2019.09.10

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112673285 A

(43) 申请公布日 2021.04.16

(30) 优先权数据

18193337.5 2018.09.10 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.03.09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2019/074036 2019.09.10

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/053174 EN 2020.03.19

(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

R·K·O·贝林 R·斯特德曼布克

G·福格特米尔 O·J·维默斯

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

专利代理师 孟杰雄

(51) Int.Cl.

G01T 1/20 (2006.01)

G01T 1/24 (2006.01)

G01T 1/29 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2013051521 A1, 2013.02.28

US 2010135463 A1, 2010.06.03

DE 102007058447 A1, 2009.06.10

审查员 田华

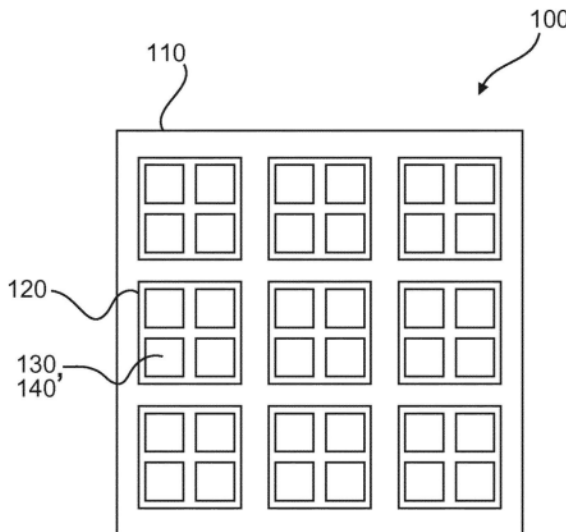
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54) 发明名称

多片式单层辐射探测器

(57) 摘要

本发明涉及一种辐射探测器(100),包括:i)衬底(110);ii)传感器,其被耦合到所述衬底,所述传感器包括传感器像素的第一阵列(120)、信号读出元件的第二阵列(130)和电子电路,所述电子电路被配置为基于从所述信号读出元件接收的信号来提供图像数据;iii)换能器,其被耦合到所述衬底和所述传感器,所述换能器包括子像素的第三阵列(140),其中,至少两个子像素被分配给一个传感器像素;其中,所述信号读出元件的第二阵列和所述子像素的第三阵列彼此对应;其中,所述子像素中的每个包括辐射转换材料。



1. 一种辐射探测器, 包括:

i) 衬底;

ii) 传感器, 其被耦合到所述衬底, 所述传感器包括:

- 传感器像素的第一阵列;

- 信号读出元件的第二阵列; 以及

- 电子电路, 其被配置为基于从所述信号读出元件接收的信号来提供图像数据;

iii) 换能器, 其被耦合到所述衬底和所述传感器, 所述换能器包括:

子像素的第三阵列, 其中, 至少两个子像素被分配给一个传感器像素; 其中, 所述信号读出元件的第二阵列和所述子像素的第三阵列彼此对应; 其中, 所述子像素中的每个包括辐射转换材料,

其中, 所述信号读出元件中的至少一个是传导电极, 并且所述子像素中的每个的所述辐射转换材料是光电导体, 或者, 所述信号读出元件中的至少一个是光电二极管, 并且所述子像素中的每个的所述辐射转换材料是闪烁体, 其中, 所述辐射转换材料的成分在被分配给一个传感器像素的至少两个子像素之间变化, 并且

其中, 在被分配给一个传感器像素的所述至少两个子像素之间变化的所述辐射转换材料的所述成分为以下中的至少一种: i) 所述辐射转换材料的掺杂水平 ii) 掺杂材料, 和/或 iii) 掺杂材料的组合。

2. 根据权利要求1所述的辐射探测器,

其中, 所述辐射转换材料是: 碘化铯, 任选地掺杂有铊; 碘化铷, 任选地掺杂有铯; 硫氧化钨, 任选地掺杂有铋或任选地掺杂有镨; 钨酸钙; 氧正硅酸镧-钇; 碘化钠; 硫化锌; 镧钪石榴石; 钇铝石榴石; 或氧化锗铋。

3. 根据权利要求1所述的辐射探测器,

其中, 所述光电导体是以下中的至少一种: i) 非晶硒, ii) 碲化镉, iii) 碲化铋, iv) 钙钛矿, v) 碲化镓, vi) 碘化汞, vii) 氧化铅, viii) 溴化铯和 ix) 嵌入有机基质中的无机光电导体纳米颗粒。

4. 根据前述权利要求中的任一项所述的辐射探测器,

其中, 被分配给一个传感器像素的所述至少两个子像素是具有不同大小和/或不同尺寸和/或不同距离间隙和/或不同辐射转换材料的子像素。

5. 根据权利要求4所述的辐射探测器,

其中, 所述第三阵列包括在所述子像素之间具有所述子像素的所述不同大小和/或所述子像素的所述不同尺寸和/或所述不同距离间隙和/或所述子像素的所述不同辐射转换材料和/或不同材料成分的不均匀分布。

6. 根据权利要求1-3中的任一项所述的辐射探测器,

其中, 所述传感器像素的第一阵列和/或所述信号读出元件的第二阵列和/或所述子像素的第三阵列为二维阵列。

7. 根据权利要求1-3中的任一项所述的辐射探测器,

其中, 所述传感器像素的第一阵列和/或所述信号读出元件的第二阵列和/或所述子像素的第三阵列为一维阵列。

8. 根据权利要求1-3中的任一项所述的辐射探测器,

其中,所述信号读出元件的第二阵列和/或所述子像素的第三阵列定义所述传感器像素的第一阵列的子阵列方案。

9.根据权利要求1-3中的任一项所述的辐射探测器,

其中,所述信号读出元件的第二阵列和/或所述子像素的第三阵列被配置为提供空间分辨率、谱能量分辨率、或动态范围或谱能量范围。

10.根据权利要求1-3中的任一项所述的辐射探测器,

其中,所述衬底包括平的或基本上平的或弯曲的形状。

11.根据权利要求1-3中的任一项所述的辐射探测器,其中,所述衬底包括硅、玻璃或聚合物箔。

多片式单层辐射探测器

技术领域

[0001] 本发明涉及大面积像素化辐射探测器,具体地,本发明涉及一种辐射探测器。

背景技术

[0002] 近年来,新的先进的X射线和计算机断层摄影CT应用脱颖而出,它们需要先进的成像特征,如谱(也称为“多能量”)成像、更高的动态范围和更高的空间分辨率。范例包括例如谱CT、谱X射线、差分相位对比成像DPCI、暗场X射线DAX成像和所谓的多模态XSPECT成像,即,SPECT(单光子发射计算机断层摄影)和图像重建期间的CT数据的完整集成,以用于清晰的临床细节和疾病的准确测量。

[0003] 目前的X射线和CT探测器性能有限,并且不能满足所要求的规范水平,以在可接受的成本水平上实现这些新应用。

[0004] US 2002/054954 A1描述了一种用于探测电磁辐射的多维探测器阵列,其中产生层复合材料,其具有载体层和对辐射敏感的材料层。

[0005] US 2010/0282972 A1描述了一种用于探测辐射的间接辐射探测器,所述探测器包括:像素阵列,每个像素被细分为至少第一子像素和第二子像素,每个子像素具有平行于像素阵列的表面平面的横截面面积。

[0006] US 2010/0135463 A1描述了一种X射线图像获得/成像的装置和方法,其中,可以使用X射线传感器来获得X射线图像,所述X射线传感器被划分为包括多个像素的像素块。每个像素可以分别包括闪烁体层,所述闪烁体层具有不同特性的闪烁体层。

[0007] US 2013/0051521 A1描述了一种包括X射线探测器结构的探测器设备,所述X射线探测器结构具有探测表面,所述探测表面限定至少一个可单独寻址的区域,用于检测其上的入射X射线辐射强度,其中,可单独寻址的区域被分为在探测表面上提供的多个子区域,每个子区域被提供具有在探测表面上的滤波层,给定的可单独寻址区域的滤波层包括具有离散限定的和以光谱方法间隔开的X射线吸收边缘的离散且不同的材料。

[0008] DE 10 2007 058 447 A1描述了一种具有多个均匀的探测器元件的X射线探测器,其中,每个探测器元件被划分为若干像素区域。不同的滤波器被分配给透射X射线辐射限定范围的能谱的探测器元件的不同像素区域。

发明内容

[0009] 可能需要在间接或直接转换探测器中促进设计和制造辐射转换。

[0010] 独立权利要求的主题满足这种需求。根据从属权利要求和以下说明书,其他范例性实施例是显而易见的。

[0011] 本发明的第一方面涉及一种辐射探测器,包括衬底和传感器,所述传感器被耦合到所述衬底,所述传感器包括:-传感器像素的第一阵列;-信号读出元件的第二阵列;以及,-电子电路,其被配置为基于从所述信号读出元件接收的信号来提供图像数据。

[0012] 辐射探测器还包括换能器,其被耦合到所述衬底和所述传感器,所述换能器包括:

子像素的第三阵列,其中,至少两个子像素被分配给一个传感器像素。信号读出元件的第二阵列和子像素的第三阵列彼此对应,其中,子像素中的每个包括辐射转换材料。

[0013] 信号读出元件的第二阵列与子像素的第三阵列彼此对应的限制可以被理解为阵列在阵列的尺寸上相对应,如由其包含的行和列的数量所定义的。

[0014] 本发明有利地使用色彩显示技术的组合概念来实现(大面积)像素化辐射探测器,即,由针对X射线/ γ 射线探测的辐射转换材料代替例如由所谓的“微LED”实现的平板显示技术,并且由像素化的读出传感器代替接收衬底。

[0015] 在未来几年中,大型显示器行业将迅速开发所需的工艺组装技术和设备,用于从供体衬底到接收衬底的LED模具(die)(取放)转移。

[0016] 基于本发明,医学探测器供应商随后能够轻松地重复使用所开发的微LED技术,以实现具有成本效益的多片式辐射探测器的制造。对于源自相应的显示器、LCD、和半导体、CMOS图像传感器的当前的a-Si和CMOS平板探测器,在过去出现了关键使能技术的类似转变。

[0017] 根据本发明的实施例,信号读出元件中的至少一个是光电二极管,并且子像素中的每个的辐射转换材料是闪烁体;其中,辐射转换材料的成分和/或辐射转换材料的厚度在被分配给一个传感器像素的至少两个子像素之间变化。

[0018] 根据本发明的实施例,在被分配给一个传感器像素的至少两个子像素之间变化的辐射转换材料的成分为以下中的至少一种:i)辐射转换材料的掺杂水平,ii)掺杂材料,和/或iii)掺杂材料的组成。

[0019] 根据本发明的实施例,辐射转换材料是碘化铯,任选地掺杂有铊;碘化镭,任选地掺杂有铈;硫氧化钆,任选地掺杂有铋或任选地掺杂有镨;钨酸钙;氧正硅酸镭-铋;碘化钠;硫化锌;镭钒石榴石;钪铝石榴石;或氧化锗铋。

[0020] 根据本发明的实施例,信号读出元件中的至少一个是传导电极,并且子像素中的每个的辐射转换材料是光电导体,其中,光电导体的成分和/或光电导体的厚度在被分配给一个传感器像素的至少两个子像素之间变化。

[0021] 根据本发明的实施例,在被分配给一个传感器像素的至少两个子像素之间变化的光电导体的成分为以下中的至少之一:i)光电导体的掺杂水平;ii)掺杂材料;以及/或iii)掺杂材料的组成。

[0022] 根据本发明的实施例,光电导体是以下中的至少一种:i)非晶硒,ii)碲化镉锌,iii)碲化镉,iv)钙钛矿,v)砷化镓,vi)碘化汞(II),vii)氧化铅(II),viii)溴化铊(I)和ix)嵌入有机基质中的无机光电导体纳米颗粒。

[0023] 根据本发明的实施例,被分配给一个传感器像素的至少两个子像素是子像素之间具有不同大小和/或不同尺寸和/或不同距离间隙和/或不同辐射转换材料和/或不同材料成分的子像素。

[0024] 根据本发明的实施例,第三阵列包括子像素的不同大小和/或子像素的不同尺寸和/或不同距离间隙和/或子像素的不同辐射转换材料和/或子像素之间的不同材料成分的不均匀分布。

[0025] 例如,根据本发明的实施例,可以通过所使用的辐射转换材料的成分和/或厚度的不均匀分布来提供子像素的不均匀分布。

[0026] 根据本发明的实施例,可以在像素的中心区域中提供较厚的闪烁体,并且可以在任何非中心处(例如,探测器的任何外围区域)提供与较厚的闪烁体相比较薄的闪烁体。

[0027] 根据本发明的实施例,可以在像素的中心区域中提供高质量的、昂贵的闪烁体,例如CsI,并且可以在任何非中心区域中(例如,探测器的任何外围区域)提供较低质量的、便宜的闪烁体,例如GOS。

[0028] 例如,根据本发明的实施例,子像素的不均匀分布可以通过子像素分箱(binning)的水平的不均匀分布来提供,例如,从探测器的中心区域向外围的4x4、3x3、2x2或1x1分箱。

[0029] 根据本发明的实施例,这可以通过在整个探测器区域上使用相等的像素大小来实现。

[0030] 根据本发明的实施例,可以提供从中心向外围的像素尺寸的增加。与在整个区域上具有4x4子像素分箱的探测器相比,这有利地产生中心的高空间分辨率和外围的较低分辨率,同时节省电子器件的材料成本。

[0031] 根据本发明的实施例,传感器像素的第一阵列和/或信号读出元件的第二阵列和/或子像素的第三阵列是二维阵列。

[0032] 根据本发明的实施例,传感器像素的第一阵列和/或信号读出元件的第二阵列和/或子像素的第三阵列是一维阵列。

[0033] 根据本发明的实施例,信号读出元件的第二阵列和/或子像素的第三阵列限定传感器像素的第一阵列的子阵列方案。换言之,在探测器的中心区域中的至少小部分被提供有子像素。

[0034] 根据本发明的实施例,信号读出元件的第二阵列和/或子像素的第三阵列被配置为提供空间分辨率、谱能量分辨率、或动态范围或谱能量范围。

[0035] 根据本发明的实施例,衬底包括平的或基本上平的或弯曲的形状。如本发明所使用的术语“基本上平的”可以指包括最小弯曲半径达1cm的平坦度。

[0036] 根据本发明的实施例,衬底包括硅、玻璃或聚合物箔。

[0037] 为了说明的目的,在说明书中提供了本发明的其他实施例。参考下文描述的实施例,本发明的这些和其他方面将变得显而易见并得到阐明。

附图说明

[0038] 通过参考以下未按比例绘制的示意图,可以更清楚地理解本发明及其附带优点的更完整解释,其中:

[0039] 图1示出了根据本发明实施例的辐射探测器的示意图。

[0040] 图2示出了根据本发明的实施例的具有间接探测器和直接探测器的辐射探测器的示意图。

[0041] 图3示出了根据本发明实施例的针对读出传感器的示意图。

[0042] 图4示出了根据本发明实施例的针对辐射探测器的像素和子像素的示意图。

[0043] 图5示出了根据本发明实施例的基本像素和子像素设计选项。

[0044] 图6示出了根据本发明的实施例的从1x2、1x3、1x4、2x2和2x3子像素的基本网格导出的针对不同像素设计的示意图。

[0045] 图7示出了根据本发明的实施例的从3x3、4x4、5x5和6x6子像素的基本2D网格导出

的针对不同像素设计的示意图。

[0046] 原则上,附图中相同的部分提供有相同的附图标记。

具体实施方式

[0047] 附图中的图示是示意性的并且未按比例绘制。在不同的附图中,相似或相同的元件提供有相同的附图标记。

[0048] 总体上,在附图中,相同的部分、单元、实体或步骤提供有相同的附图标记。

[0049] 图1示出了根据本发明实施例的辐射探测器的示意图。

[0050] 图1示出了辐射探测器100,其包括:衬底110;传感器,其被耦合到所述衬底,所述传感器包括:传感器像素的第一阵列120、信号读出元件的第二阵列130;和电子电路,所述电子电路被配置为基于从信号读出元件接收的信号来提供图像数据。

[0051] 辐射探测器100还包括换能器,所述换能器被耦合到衬底和传感器,所述换能器包括:子像素的第三阵列140,其中,对于图1所示的实施例,四个子像素被分配给一个传感器像素,同样,四个读出元件130被分配给一个传感器像素,其中,子像素中的每个包括辐射转换材料。

[0052] 图2示出了根据本发明实施例的具有间接探测器和直接探测器的辐射探测器的示意图。

[0053] 根据本发明的实施例,提供了一种方法以在间接或直接转换探测器中设计和制造辐射转换层。如图2左侧所示的间接探测器提供,转换材料由闪烁体形成,像素读出元件例如按照光电二极管实现。

[0054] 根据本发明的实施例,作为可选择概念,如图2的右侧所示的直接探测器通过使用作为转换材料的光电导体来提供,然后按照传导电极或按照金属电极实现像素读出元件。根据本发明的实施例,公共HV偏压电极被施加在光电导体的相对侧上,以实现穿过光电导体的电场。

[0055] 根据本发明的实施例,两个探测器(直接或间接)都包括读出传感器,即,可寻址像素的一维阵列或二维阵列至少包括电子开关和信号读出元件。

[0056] 根据本发明的实施例,可以按照薄膜晶体管来提供电子开关。

[0057] 根据本发明的实施例,信号读出元件被连接到辐射转换材料,所述辐射转换材料将辐射转换为电荷(直接转换)或光子(间接转换)。

[0058] 根据本发明的实施例,在直接转换探测器中,信号读出元件由被连接到光电导体的金属电极组成,而在间接转换探测器中,信号读出元件由被连接到闪烁器的光电二极管组成。

[0059] 根据本发明的实施例,传感器和每个像素,例如同样每个子像素,可以包括额外的电子电路,例如像电容器、放大器、比较器、模数转换器或任何其他数字或模拟信号处理电路之类的元件。

[0060] 图3示出了根据本发明实施例的针对读出传感器的示意图。

[0061] 根据本发明的实施例,读出传感器的范例是:

[0062] ii.有源像素CMOS图像传感器或Si光电二极管阵列;以及

[0063] ii.TFT背板,例如非晶硅、或氧化铟镓锌IGZO、或在玻璃或箔片衬底上带有非晶硅

或有机光电二极管的低温多晶硅LTPS。

[0064] 在当前的辐射探测器中,每个像素主要由单一辐射转换材料组成,如闪烁体(例如像碘化铯CsI、硫氧化钆GOS之类的材料)或光电导体(例如像a-Se、碲化镉CdTe、碲化镉锌CZT之类的材料或其他光电导体材料)。

[0065] 图4示出了根据本发明实施例的针对辐射探测器的像素和子像素的示意图。基本思想是由包括不同辐射转换材料的多个小子像素组成的像素代替这种标准像素,如图4所示。

[0066] 图4示出了从像素到子像素的方法。左侧所示的常规探测器提供由单一转换材料组成的像素。如本发明所示的实施例所定义的探测器提供至少包括由不同转换材料组成的多个子像素的像素。圆圈描绘了探测器上的入射X射线光斑。

[0067] 根据本发明的实施例,像素、传感器和相关的探测器电子器件的设计可以根据辐射探测器的需求来实现,尽管这在很大程度上由所选择的辐射转换层的设计来确定。

[0068] 根据本发明的实施例,来自子像素的信号能够借由在闪烁体片之间的间隙中的光学反射层和在光电导体片之间的间隙中的电隔离层彼此分离。

[0069] 图5示出了根据本发明实施例的基本像素和子像素设计选项。

[0070] 根据本发明的实施例,能够根据以下基本选项中的一个或多个,通过组合子像素来配置不同的像素设计,如图5所示:

[0071] i. 具有不同材料的子像素,可选地,根据实施例,具有不同材料成分但厚度相同的子像素;

[0072] ii. 具有相同材料但厚度不同的子像素;

[0073] iii. 具有不同材料的子像素,优选地,根据实施例,具有不同材料成分和不同厚度的子像素;

[0074] iv. 在x-y方向上具有不同储存的子像素;

[0075] v. 彼此之间具有不同距离(x-y方向上的间隙)的子像素。

[0076] 根据本发明的实施例,每个子像素可以单独地能够从其连接到的辐射转换材料片接收图像数据信号。可以如在标准探测器中一样处理子像素的每个信号,以形成输出图像,输出图像能够被传送到数据处理单元以进行进一步的图像处理。

[0077] 根据本发明的实施例,备选地,来自像素和/或相邻像素内的子像素的多个信号被分箱到一起以形成输出图像。以此方式,像素设计能够被配置为改善探测器的一个或多个特定功能或性能特征,诸如空间分辨率、谱能量分辨率、动态范围或谱能量范围。

[0078] 例如,根据本发明的实施例,图4中的圆圈示出了空间分辨率在子像素尺寸减小处增加。能够通过为像素内的不同子像素选择宽范围的厚度和/或转换材料的类型来提高谱能量分辨率。通过将大的子像素与小的子像素组合,能够改善探测器的动态范围。

[0079] 根据本发明的实施例,能够通过选择一组不同的转换材料来确定可探测的谱能量谱,每种转换材料具有特定的能量吸收特性,以覆盖所需的能量范围。

[0080] 例如,对于X射线或CT探测器的空间分辨率要求,为较小的子像素提供不同的专用闪烁体或光电导体材料。这可以用于如DPCI或DAX成像、直接条纹测量或者用于获得针对X射线或CT系统的小的和最小的像素的应用中。

[0081] 例如,对于X射线或CT探测器的谱区分或分辨率要求,子像素提供有不同的专用闪

烁体或光电导体材料的大变化。这可以用于如组织区分、材料探测和分离、或X射线或CT成像系统的X射线管特性(例如X射线光斑尺寸或X射线谱)的无创测量的应用中。

[0082] 根据本发明的实施例,例如,对于X射线或CT探测器的动态区分或分辨率的要求,为子像素提供小的子像素和大的子像素的组合,例如,至少两个子像素的尺寸可以在一个像素内变化。这可以用于如材料X射线吸收特性差异很大的医学组织或对象的高对比度图像的应用中。

[0083] 根据本发明的实施例,还可以应用混合计数并且可以使用积分探测器,还可以使用具有交替光电导体类型或材料或掺杂的像素或子像素,并且可以使用针对在低剂量方案中进行光子计数和针对高剂量方案的电荷积分的闪烁体材料,其中,低剂量方案定义低于某个特定阈值的剂量方案,并且高剂量方案定义高于另一特定阈值的剂量方案。

[0084] 其他方法可以基于使用混合的X射线和 γ 射线探测器,其中,具有不同的闪烁体或光电导体材料和/或厚度的像素或子像素用于组合的X射线和SPECT成像。

[0085] 图6示出了根据本发明实施例的从1x2、1x3、1x4、2x2和2x3子像素的基本网格导出的针对不同像素设计的示意图。

[0086] 图6示出了当像素中的子像素的数量增加时,可能的不同像素设计的数量迅速增加。例如,对于由具有固定尺寸的基本二维网格上的2x3个子像素组成的像素,当仅作为设计参数的子像素分箱和材料类型变化时,可能已经有9种不同的像素设计。显然,当材料厚度、子像素尺寸和子像素之间的距离间隙也变化时,可能的不同像素设计的数量变为无限的。

[0087] 图7示出了根据本发明的实施例的从3x3、4x4、5x5和6x6子像素的基本二维2D网格导出的针对不同像素设计的示意图。

[0088] 图7针对3x3、4x4、5x5和6x6子像素的每个基本二维网格示出了产生具有非常高的动态范围HDR的像素的子像素的示意性组合。具有相同图案的子像素能够被电子分箱或物理分箱为更大的子像素。

[0089] 根据本发明的实施例,例如,根据6x6个子像素的基本二维网格,HDR像素能够被配置为由六个子像素组成,所述六个子像素具有增加的表面积(1、2、3、4、8和18),以确保电气增益中的足够的重叠。

[0090] 根据本发明的实施例,对于X射线和CT探测器,我们设想子像素尺寸可以在5 μ m和1mm之间,并且优选地在10 μ m和100 μ m之间。

[0091] 根据本发明的实施例,取放组装方法可以使得能够制造由传感器组成的非均匀探测器,所述传感器具有不同像素面积或表面积特性上的梯度,例如,从中心到边缘的增加像素尺寸或子像素尺寸,或者从中心到边缘的减小像素尺寸或子像素尺寸。

[0092] 根据本发明的实施例,还可能设计一种由像素或子像素组成的混合探测器,所述像素或子像素具有交替的光电导体和闪烁体材料,用于例如低剂量方案的单光子计数和高剂量方案中的电荷积分。

[0093] 根据本发明的实施例,标准探测器可以仅提供有传感器的某些特定的部分或像素区域的部分(例如在中央),所述传感器配备有某些特征或特性,例如用于安全应用(例如用于行李检查)的传感器的某些部分或区域中的的高分辨率放大。

	像素形状/尺寸			1x2	1x3	1x3	1x4	1x4	1x4	1x4	2x2	2x2	2x2
[0094]	材料/高度 A			1	1	1	1	1	1	2	1	1	2
	材料 B/高度 B			1	1	2	1	1	3	2	1	1	2
	材料 C/高度 C				1		1	2			1	2	
	材料 D/高度 D						1				1		
	材料 E/高度 E												
	材料 F/高度 F												
[0095]	材料 G/高度 G												
	# 子像素			2	3	3	4	4	4	4	4	4	4
[0096]	2x3	2x3	2x3	2x3	2x3	2x3	2x3	2x3	2x3	3x3	4x4	5x5	6x6
	1	1	1	1	1	2	2	2	3	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1	4	3	2	2	2	2
	1	1	2	1	4	1	3			2	3	4	3
	1	1	2	3		1				4	4	6	4
	1	2				1					6	12	8
	1												18
	6	6	6	6	6	6	6	6	6	9	16	25	36

[0097] 必须注意,参考不同的主题描述了本发明的实施例。具体地,参考方法类型权利要求描述了一些实施例,而参考设备类型权利要求描述了其他实施例。

[0098] 然而,本领域普通技术人员将从以上和以下描述中得出,除非另行通知,否则除了属于一种类型的主题的特征的任何组合之外,与不同主题有关的特征之间的任何组合也被认为由本申请公开。然而,能够组合所有特征,以提供协同效果,而不仅仅是这些功能的简单求和。

[0099] 尽管已经在附图和前面的描述中详细图示和描述了本发明,但是这样的图示和描述应被认为是示意性或范例性而非限制性的;本发明不限于所公开的实施例。通过研究附

图、公开内容和所附权利要求,本领域普通技术人员在实践要求保护的发明时能够理解和实现所公开的实施例的其他变型。

[0100] 在权利要求中,词语“包括”不排除其他元件或步骤,并且不定冠词“一”或“一个”不排除多个。单个处理器或控制器或其他单元可以实现权利要求中记载的若干项的功能。在互不相同的从属权利要求中记载某些措施的事实并不意味着不能有利地使用这些措施的组合。权利要求中的任何附图标记都不应被解释为限制保护范围。

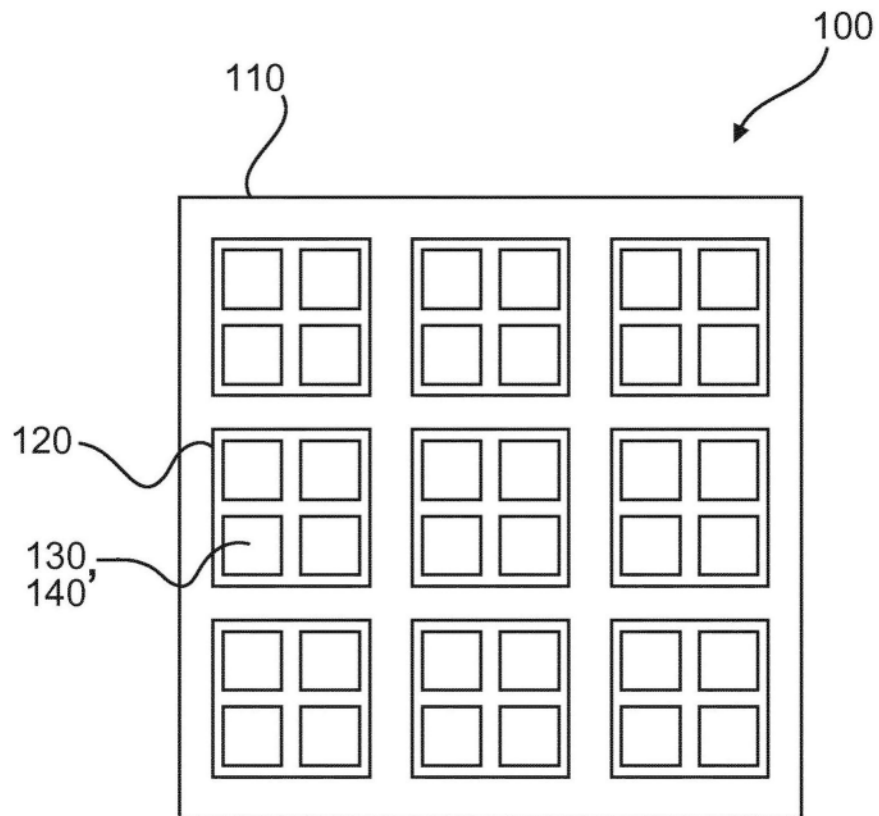


图1

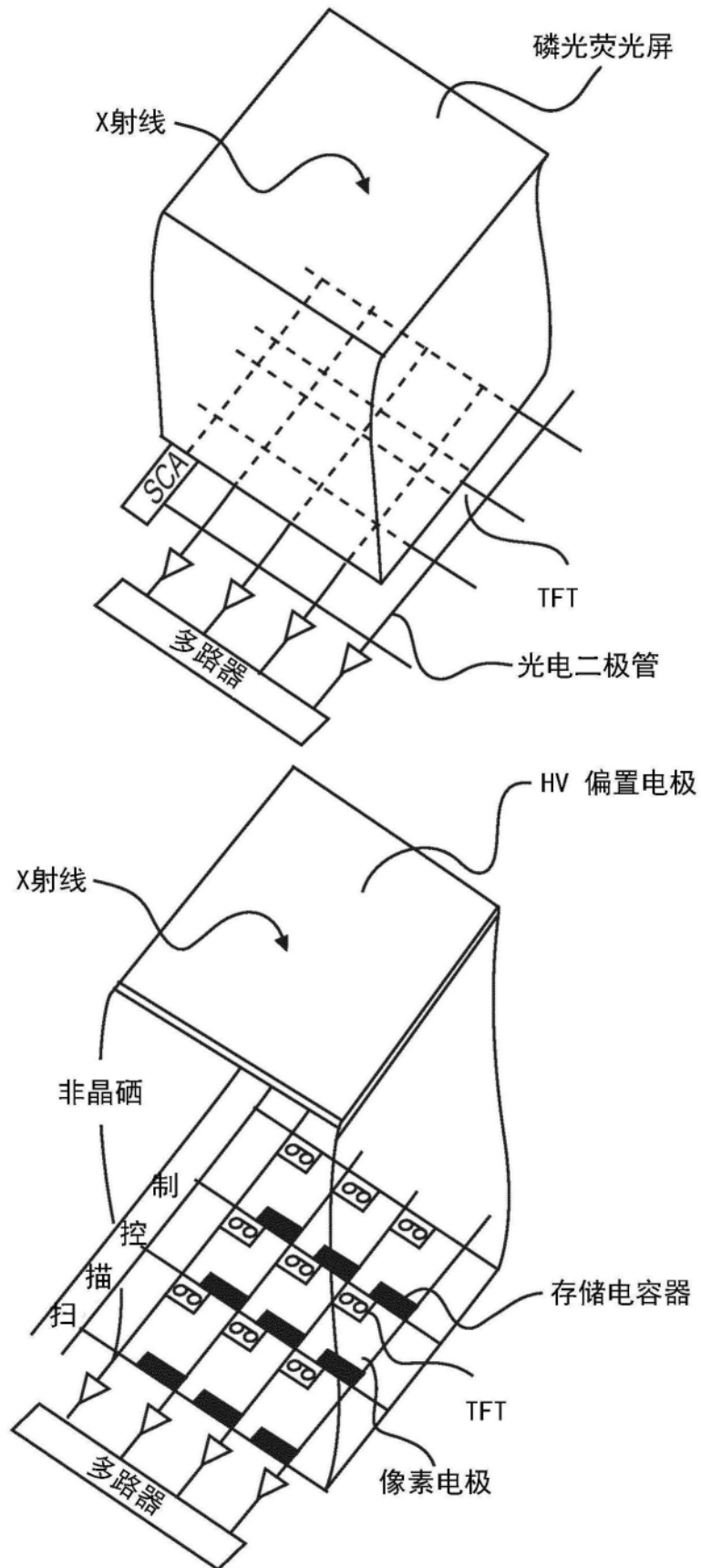


图2

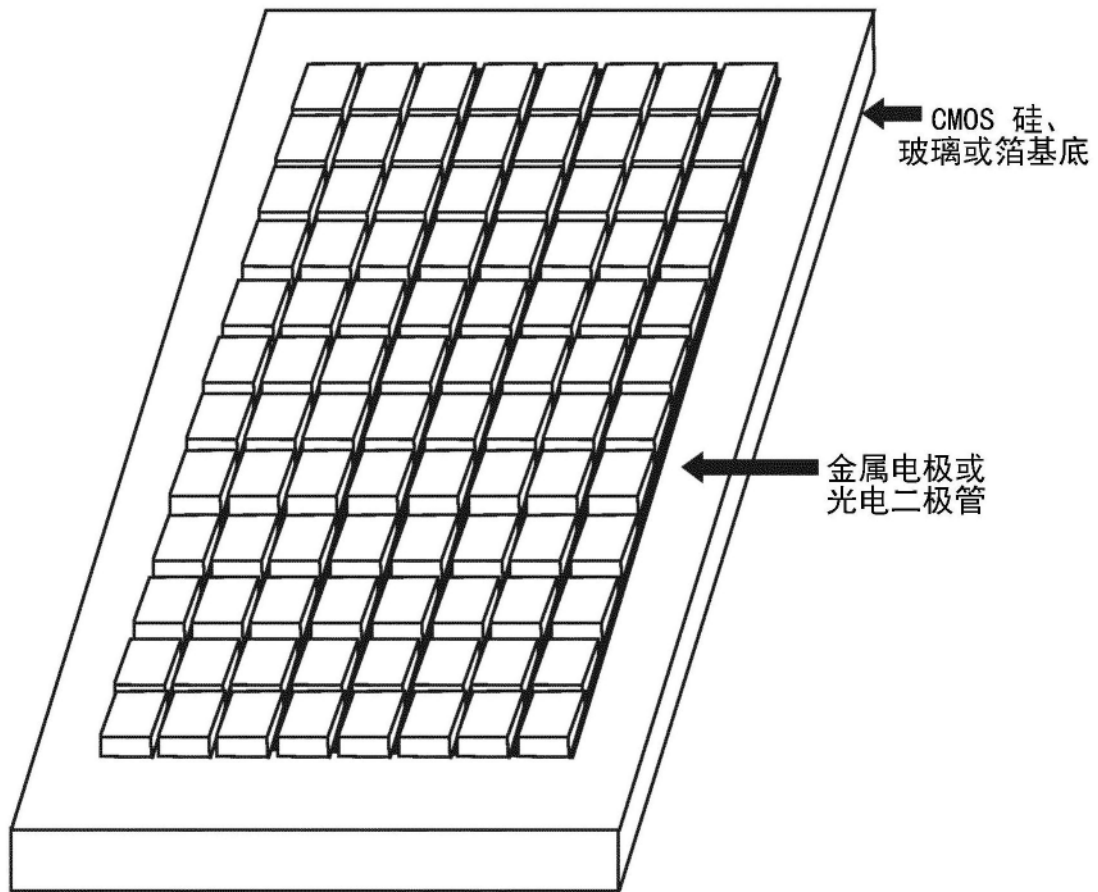


图3

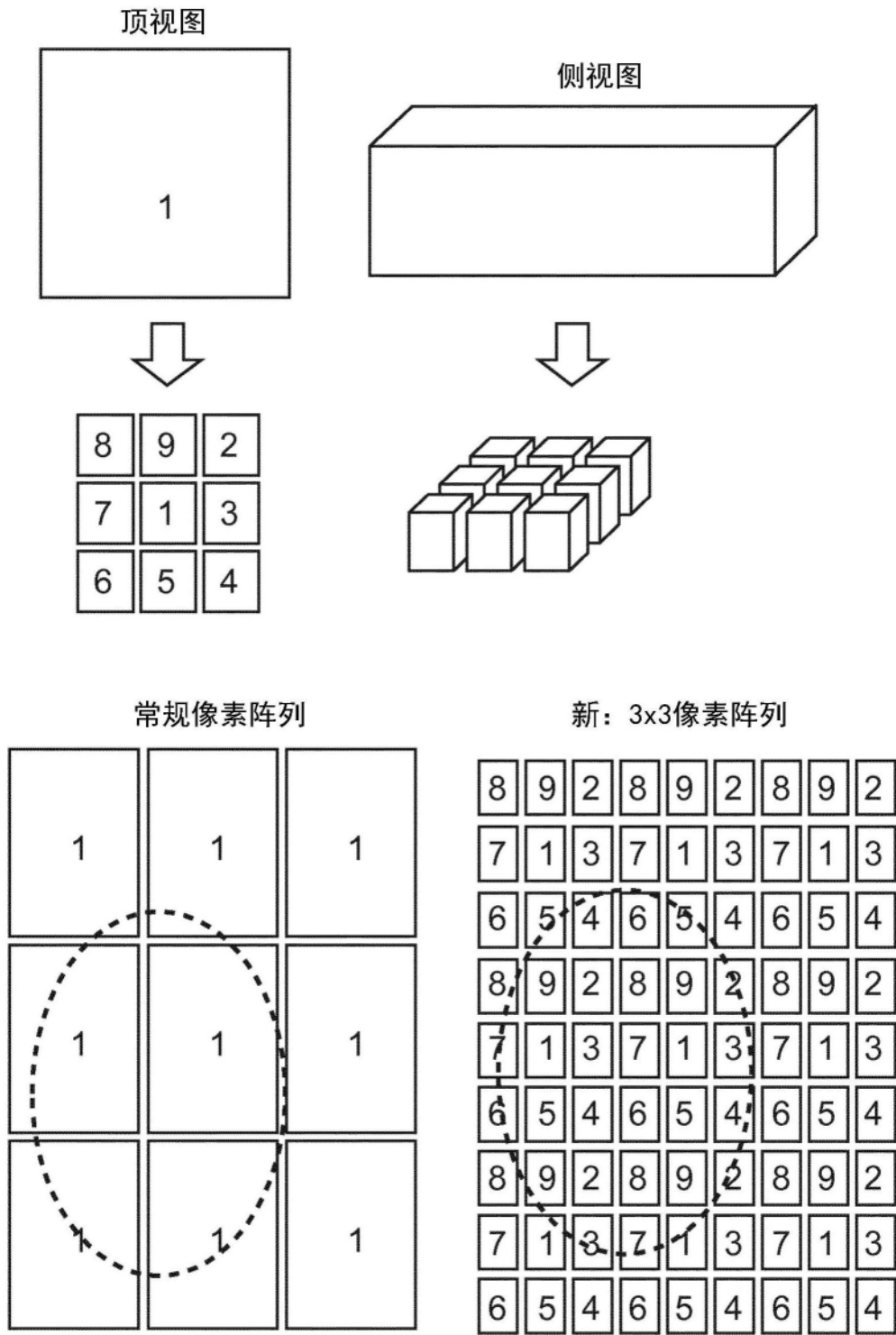


图4

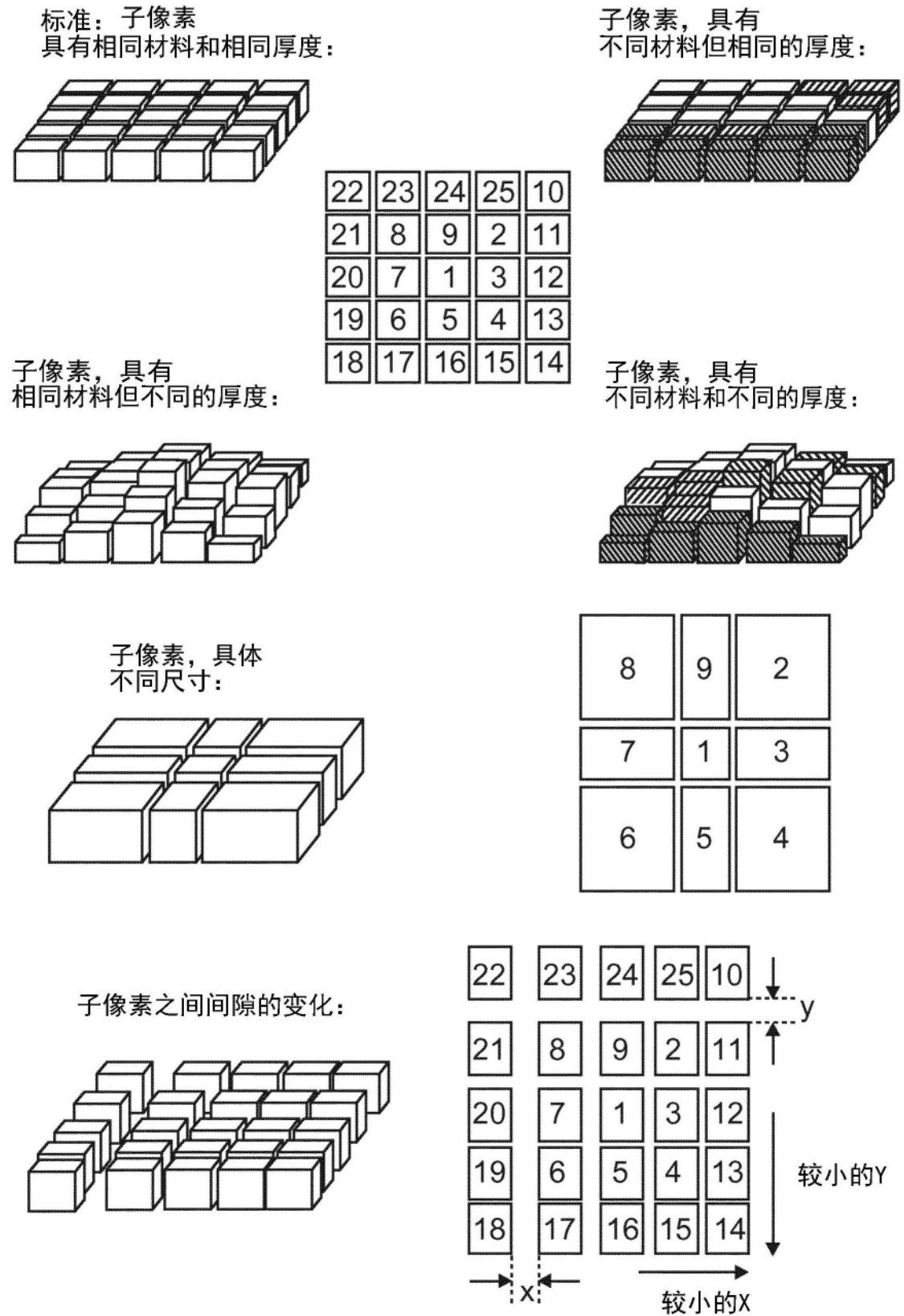
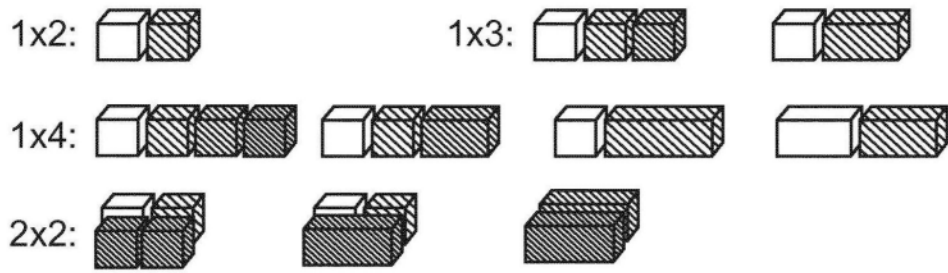
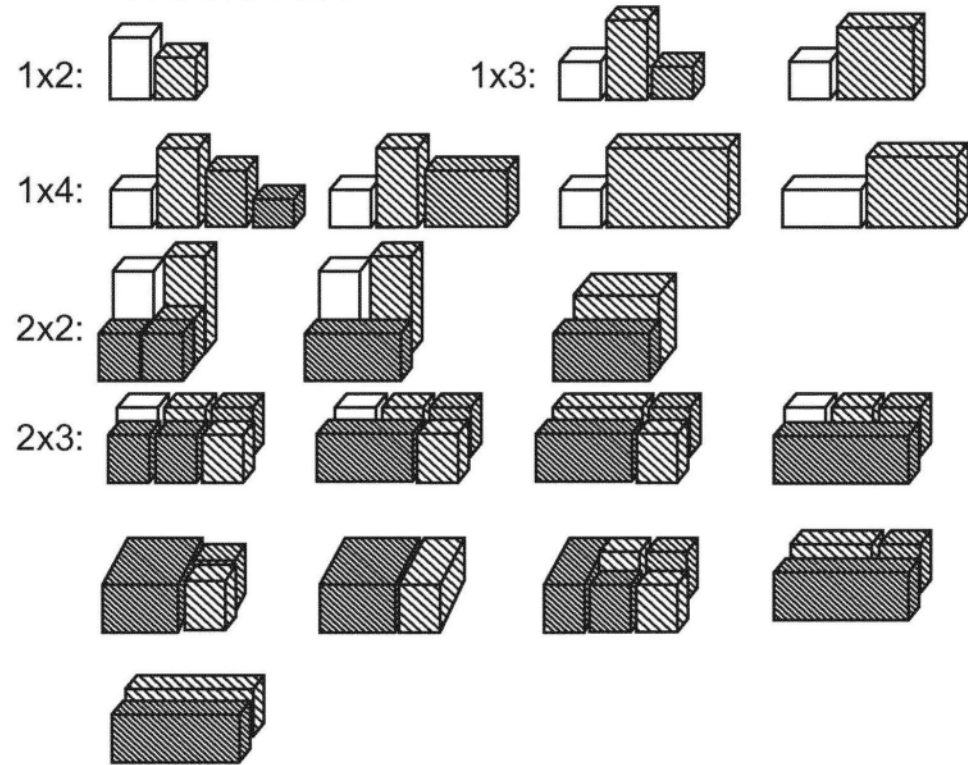


图5

不同的材料



不同的材料和厚度



不同的材料和厚度

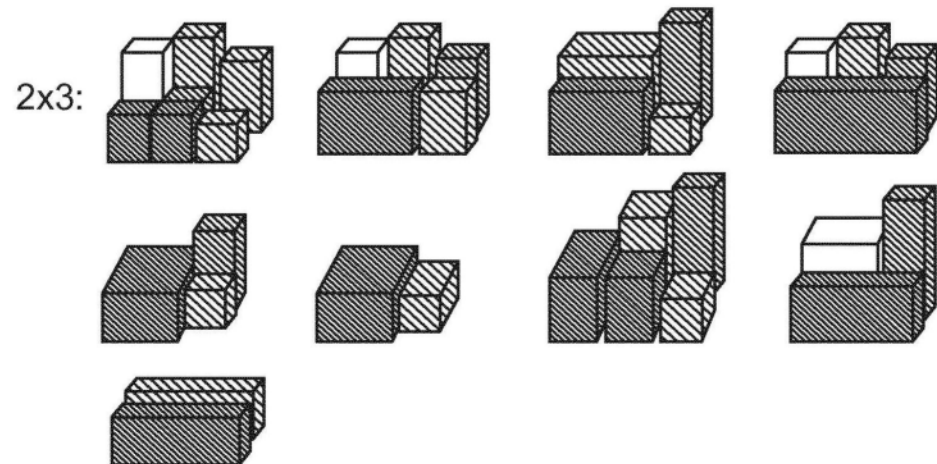
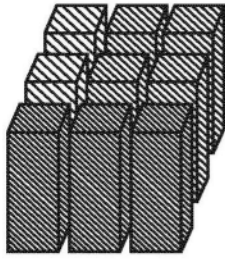
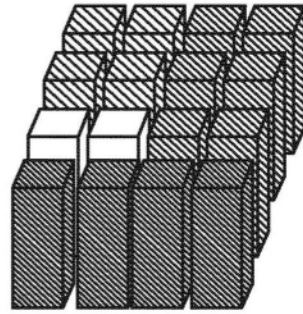


图6

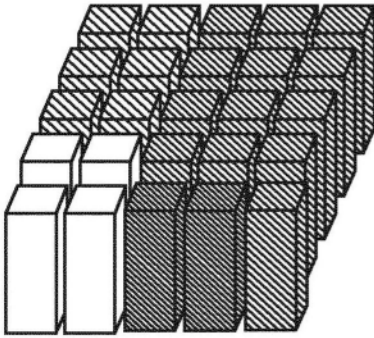
$$3 \times 3 = 1 \times 1 + 1 \times 2 + 1 \times 2 + 2 \times 2:$$



$$4 \times 4 = 1 \times 1 + 1 \times 2 + 1 \times 3 + 2 \times 2 + 2 \times 3:$$



$$5 \times 5 = 1 \times 1 + 1 \times 2 + 1 \times 4 + 2 \times 3 + 3 \times 4:$$



$$6 \times 6 = 1 \times 1 + 1 \times 2 + 1 \times 3 + 1 \times 4 + 2 \times 4 + 3 \times 6:$$

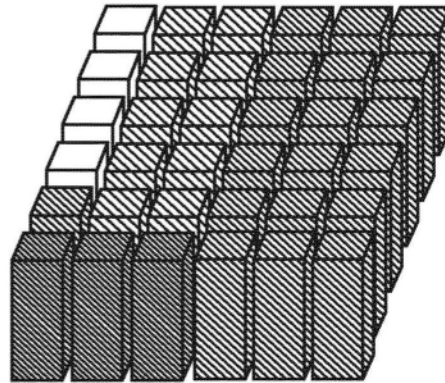


图7