



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102047456 B

(45) 授权公告日 2016.06.08

(21) 申请号 200980121201.4

(22) 申请日 2009.03.31

(30) 优先权数据

61/072546 2008.03.31 US

12/414457 2009.03.30 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2010.11.30

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2009/002039 2009.03.31

(87) PCT国际申请的公布数据

W02009/123726 EN 2009.10.08

(73) 专利权人 克里公司

地址 美国北卡罗来纳州

(72) 发明人 A·奇特尼斯 J·埃德蒙

J·C·布里特 B·P·克勒

D·T·埃默森 M·J·伯格曼

J·S·凯巴卢

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 李湘 高为

(51) Int. Cl.

H01L 33/50(2006.01)

(56) 对比文件

US 2006258028 A1, 2006.11.16,

审查员 彭丽娟

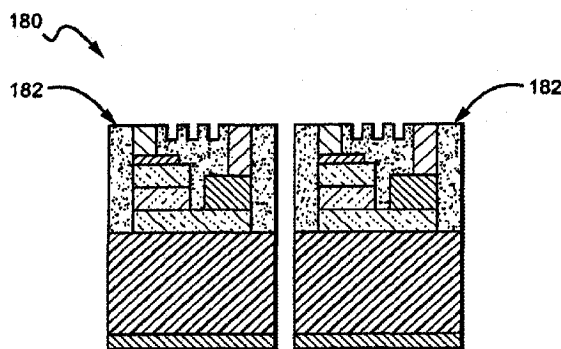
权利要求书2页 说明书20页 附图11页

(54) 发明名称

发射调谐方法和利用方法制造的器件

(57) 摘要

一种用于制造发光二极管(LED)芯片的方法,包括典型地在晶圆上提供多个发光二极管,并用转换材料涂敷所述发光二极管,以使至少一些来自所述发光二极管的光穿过所述转换材料并被转换。来自发光二极管芯片的光发射包括来自转换材料的光,典型性地与发光二极管的光相组合。至少一些发光二极管芯片的发射特性被测量,并且发光二极管上的至少一些转换材料被移除,以改变发光二极管芯片的发射特性。本发明特别地可应用于在晶圆上制造发光二极管芯片,其中发光二极管芯片具有在目标发射特性的范围内的光发射特性。该目标范围可落入CIE曲线上的发射区域内,以减少对来自晶圆的发光二极管的装仓的需求。通过对发光二极管上的转换材料微加工,晶圆中的发光二极管芯片的发射特性可被调谐至期望的范围。



1. 一种用于制造发光二极管(LED)芯片的方法,所述方法包括:
在生长晶圆上制造多个发光二极管;
通过用转换材料涂敷所述生长晶圆上的所述发光二极管来形成多个发光二极管芯片,以使来自所述发光二极管的至少一些光穿过所述转换材料并被转换,其中所述发光二极管芯片中的每个包括发光二极管和所述转换材料;
测量至少一些所述发光二极管芯片的发射特性;以及
移除在目标发射特性的范围以外发射的第一组所述发光二极管上的至少一些所述转换材料,以改变所述发光二极管芯片的所述发射特性,使得所述发光二极管芯片中的每个在所述目标发射特性的范围内发射。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括产生所述发光二极管的表面变化曲线。
3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述方法还包括在确定所述发光二极管上多少转换材料要被移除时,补偿所述表面变化曲线。
4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括基于所述发光二极管芯片的相对于目标发射特性的范围的发射特性来确定要被移除的转换材料的量。
5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,其中所述发光二极管芯片的输出由所述转换材料的所述移除改变,以改变所述发光二极管芯片的所述发射特性,使得所述发光二极管芯片的发射特性在目标发射特性的范围内。
6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括在所述转换材料移除之后,第二次测量至少一些所述发光二极管的所述发射特性。
7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述方法还包括第二次移除至少一些所述发光二极管上的至少一些所述转换材料,以改变所述发光二极管芯片的所述发射特性。
8. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括产生所述多个发光二极管的发射特性图。
9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,其中根据所述发射特性图与用于所述发光二极管芯片的目标发射特性相比较来确定要从所述发光二极管的各个上被移除的所述转换材料的量。
10. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,其中所述转换材料的所述移除包括粗机加工。
11. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,其中所述转换材料的所述移除包括微机加工。
12. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,其中所述转换材料所述移除包括微打孔。
13. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,其中所述转换材料的所述移除包括微打孔到亚微米深度。
14. 根据权利要求13所述的方法,其特征在于,所述方法还包括测量所述转换材料的表面变化并在微打孔时补偿所述表面变化。
15. 根据权利要求13所述的方法,其特征在于,其中所述微打孔包括以亚微米的增量相对于微钻头移动所述晶圆。
16. 根据权利要求13所述的方法,其特征在于,其中所述晶圆由毫微平台以亚微米的增

量移动。

17. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括在所述发射特性的所述测量之后产生具有相似发射特性的区域的图, 还包括在至少一些所述发光二极管上的转换材料的所述移除之前所述区域上的转换材料的宏观级的移除。

18. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 其中在至少一些所述转换材料的所述移除的同时执行所述发射特性的所述测量。

19. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括在所述发射特性的所述测量之前平面化所述发光二极管上的所述转换材料。

20. 一种用于制造发光二极管(LED)芯片的方法, 包括:

在生长晶圆上制造多个发光二极管;

通过用转换材料涂敷生长晶圆上的所述发光二极管来形成多个发光二极管芯片, 以使至少一些来自所述发光二极管的光穿过所述转换材料并被转换, 其中所述发光二极管芯片中的每个包括发光二极管和所述转换材料;

测量至少一些所述发光二极管芯片的发射特性;

测量用于所述晶圆上的所述转换材料涂层的表面变化;

基于所述测量的发射特性和表面变化曲线计算在目标发射特性的范围以外发射的第一组所述发光二极管上需要被移除的转换材料的量, 以改变所述发光二极管芯片的发射特性, 以使所述发光二极管芯片中的每个在所述目标发射特性的范围内发射; 以及

移除所述计算的量的转换材料。

21. 根据权利要求20所述的方法, 其特征在于, 其中所述转换材料的所述移除包括所述发光二极管上的所述转换材料的微打孔。

22. 根据权利要求20所述的方法, 其特征在于, 其中所述要被移除的转换材料的量的计算包括确定微打孔的孔的深度, 并依据所述孔的位置处的表面变化调整所述深度。

发射调谐方法和利用方法制造的器件

[0001] 本申请要求Chitnes等人的序列号为No.61/072,546的美国临时专利申请的权益。

背景技术

[0002] 本发明的技术领域

[0003] 本发明涉及用于制造固态发射器的方法,并且尤其涉及用于调谐由转换材料涂覆的发光二极管的发射特性的方法。

[0004] 相关技术的说明

[0005] 发光二极管(LED或者LEDs)是将电能转换为光的固态器件,并且通常包括一个或者更多个夹在相对地掺杂层之间的半导体材料活性层。当横跨所述掺杂层施加偏压时,空穴和电子被注入活性层,在所述活性层处它们重新结合以产生光。光从活性层以及从LED的所有表面被发射。

[0006] 常规的LEDs不能从它们的活性层产生白光。使用一般的掺杂有铈的钇铝石榴石(Ce:YAG)的磷光体,通过用黄磷、聚合体或者染料环绕蓝色发光二极管,来自所述蓝色发光二极管的光已被转换为白光。[参见Nichia公司,白色LED,零件号为NSPW300BS、NSPW312PS等等;Cree有限公司,EZBright™发光二极管,XThin™发光二极管等等;还参见Lowrey的美国专利NO.5959316,“磷光体LED器件的多封装(Multiple Encapsulation of Phosphor-LED Devices)”。所述环绕的磷光体材料“向下转换(downconverts)”该LED的一些蓝光的波长,将其颜色改变为黄色。尽管蓝光的相当一部分被向下转换为黄色,但是一些蓝光穿过所述磷光体而不被改变。所述LED发射蓝光和黄光两者,所述蓝光和黄光结合以提供白光。在另一方法中,通过用多色磷光体或者染料环绕所述LED,来自紫色或者紫外线发光二极管的光被转换为白光。

[0007] 一种常规的用磷光体层涂敷LED的方法利用射器或者喷嘴将混合有环氧树脂或者硅酮聚合物的转换材料(例如,磷光体)喷射在所述LED之上。然而,使用这种方法,磷光体层的几何形状和厚度难于控制。结果,从不同的被涂覆的LED发出的光可能变化,并且在不同角度被发射的光可能穿过不同量的转换材料,这会导致LED具有为视角的函数的不均匀的色温。因为难以控制几何尺寸和厚度,故始终如一地再生产具有相同或者相似发射特性的LED也是困难的。

[0008] 另一种常规的用于涂覆LED的方法是借助模版印刷,其在Lowery的欧洲专利申请EP1198016A2中被描述。在相邻的LED之间以期望距离在衬底上布置多个发光半导体器件。所述模版被提供具有与LED对齐的开孔,其中这些孔比所述LEDs稍大并且所述模版比所述LEDs更厚。在衬底上放置模版,其中每个LED都位于所述模版中的各自的开孔内。随后,在模版开孔中沉积覆盖所述LED的合成物,其中典型的合成物是可被热或者光固化的所述硅酮聚合物中的磷光体。在这些孔被填满后,从所述衬底移除模版,并且模版合成物被凝固为固态。

[0009] 类似于上述注射方法,使用模版的方法难以控制包含聚合体的磷光体的几何形状以及层厚。模版合成物可能没有完全填充模版开孔,使得结果层是不均匀的。含有合成物的

磷光体也可以粘附在模版开孔上,这会减少遗留在LED上的合成物的量。模版开孔也可能不与LED对齐。这些问题会导致LED具有不均匀的色温,以及难以持续地再生产具有相同或者相似发射特性的LED。

[0010] 各种LED的涂敷工艺都已被考虑,包括旋转涂布、喷涂、静电沉积(ESD)和电泳沉积(EPD)。诸如旋转涂布或者喷涂的工艺在磷光体沉积期间典型地利用粘合剂材料,而其他的工艺需要在其沉积之后立即增加粘合剂以稳固磷光体颗粒/粉末。

[0011] 最近的兴趣在于在晶圆级涂敷LED,而不是在晶片级涂敷LED,以降低成本和制造的复杂性。晶圆上的LED可具有不同的发射特性或者色彩散布。图1示出了用于蓝色发光二极管的晶圆的波长发射图10的一个示例,显示了横跨晶圆的波长变化,以及每个晶圆可以具有其自身唯一的发射图(emission map)。在示出的图中,尽管在不同的晶圆面积中,其他的晶圆可能经受不同的分布,但是波长分布在大约445至460nm的范围内。这种分布可能源自于不同的因素,诸如LED的生长期间的外延材料(epitaxial material)的变化,或者生长衬底的平整度(即,弯曲)的变化。

[0012] 可使用以上描述的方法中的一种用转换材料(也即磷光体)涂敷所述晶圆,并且图2示出了涂敷之后的转换材料厚度图20。在一些制造工艺中,可以使用已知的方法将涂层平面化。由于不同因素(诸如底层晶圆的厚度变化以及平面度的变化),涂层的厚度可以横跨晶圆变化。在所示的实施例中,晶圆经历大约为3 μ m的总的厚度变化。LED的波长发射变化和横跨晶圆的转换材料的厚度变化能够导致发射波长或者从晶圆分离的LED芯片的色点的散布。这种散布会由于横跨晶圆的磷光体加载变化或者集中度而加剧。

[0013] 人眼对于发射波长的变化相对敏感,并能够感测发射波长或者颜色中的相对小的差异。被设计为发射单色光的组件所发射的光的颜色中的可察觉到的变化会降低客户的满意度,并减少LED组件(LED packages)的用于商业使用的总的接受度。为了提供能够发射具有相同或者相似波长的光的LED,所述LED可以被测试并依据颜色或亮度而被分类。这种工艺在本领域中一般被称为装仓(binning)。典型地,每个仓包含来自一种颜色和亮度组的LED,并且一般由仓代码标识。发白光的LED可根据色度(颜色)和光通量(亮度)而被分类。彩色LED可根据主波长和光通量而被分类,或者在某些颜色,诸如品蓝色的情形中,根据辐射通量而被分类。LED可被运送,诸如在卷筒上,包含来自一个仓的LEDs,并被标上适当的仓代码。

[0014] 图3示出了一个绘制在1931 CIE曲线上的色度区域图30的例子,其中这些区域中的每一个对应于白色LED的特定色度。所述区域被显示为环绕黑色实体曲线或者黑色实体轨迹(BBL),并且这些区域中的每一个被设计为指示在人眼可接受范围内的色度变化。例如,区域WF指示具有基本上不可被感知的色度变化的特定区域,以便在该区域内发射的LEDs将被装仓在一起。

[0015] 图4示出了用于一批具有蓝色光LED的样本晶圆在被涂敷转换材料后的发射特性的分布的一个例子。所述区域名称对应于图上的不同的色度区域,例如图3中的一个。被涂敷的LED的大部分在WC、WD、WG和WH区域中发射,其中剩下的LED在其他区域中发射,一些在图区域之外。这种发射特性的变化源自横跨LED晶圆的发射波长的变化和磷光体厚度的变化,并且这种发射变化将需要用于各个LED的多个不同的仓。

[0016] 由于与测试和具有不同发射特性的器件的分离、以及围绕该工艺的数据和记录的

制定(formulation)相关联的日常开支,这种装仓工艺通常增加了LED的制造成本。用于正被制造的特定的LED的仓的数量越大,与该装仓工艺相关联的额外成本就越大。这样又会导致LED的最终成本的增加。如果横跨晶圆的被涂敷的LED发射的光与目标色点更接近,则可减少这种装仓工艺。

[0017] 一种用来测量LED的目标发射的方法是通过与目标色点的标准偏差,其中一个例子为如图3中所示的CIE颜色区域图上的MacAdam椭圆(MacAdam Ellipses)的偏差。这些椭圆在本领域中一般是已知的,并被定义为在目标光中的差异被感知前建立光的颜色可以如何远的偏离所述目标的边界。MacAdam椭圆被描述为具有“级别”或者“标准偏差”。例如,围绕目标而被绘制的“1-级”椭圆的边界上的任何点表示一个与目标的标准偏差。用于常规的灯(白炽灯或者荧光灯)的特定公差(tolerance)在4-级MacAdam椭圆以内。对于一般的照明应用,为了让消费者变的更普遍地接受LED,它们应该被提供有可接受的特定公差内的发射特性,例如4-级MacAdam椭圆。对于一些当前的制造工艺,4-级MacAdam椭圆范围内的良品率可以为20%或更低。

发明内容

[0018] 本发明公开了用于制造诸如晶圆级的LED芯片的半导体器件的新方法,并公开了利用该方法制造出的LED芯片和LED芯片晶圆。本发明旨在通过改变由LED芯片的转换材料所转换的LED光的量来控制所述LED芯片的发射特性。一种改变被转换的光的量的方法是通过减少LED上的转换材料的量。根据本发明的方法尤其是可应用于改变晶圆级的LED芯片上的转换材料,以提供大约在目标发射特性或者在发射特性(诸如CIE曲线上的色度区域)范围内发射的LED芯片的高的良品率。本发明也可被用来制造晶圆级的LED芯片,同时具有在依据MacAdam椭圆(诸如4-级MacAdam椭圆)的标准偏差内的发射的高良品率。

[0019] 根据本发明的用于制造发光二极管(LED)芯片的方法的一个实施例包括提供多个LED,以及用转换材料涂敷所述LED以便来自所述LED的至少一些光穿过所述转换材料并被转换。来自所述LED芯片的光发射包括被转换材料转换的光。测量至少一些所述LED芯片的发射特性,并移除至少一些所述LED上的至少一些转换材料,以改变所述LED芯片的所述发射特性。

[0020] 根据本发明的LED芯片晶圆的的一个实施例包括晶圆上的多个LED和至少部分地覆盖所述LED的转换材料。至少一些来自所述LED的光穿过所述转换材料并被转换。至少一些所述LED上的所述转换材料被微加工,以便所述至少一些LED芯片发射具有基本上在目标发射特性范围内的发射特性的光。

[0021] 根据本发明的LED芯片的一个实施例包括LED和至少部分地覆盖所述LED的磷光体涂层,以使得至少一些由所述LED发出的光被所述磷光体转换。该涂层被加工以使得所述LED芯片发射具有在目标发射特性范围内的特性的光。

[0022] 根据本发明的LED组件的一个实施例包括具有LED和至少部分地覆盖所述LED的涂层的LED芯片。该涂层被微加工,以使所述LED芯片在与目标发射的偏差内发光。该组件还包括与所述LED电连接的组件引线 and 围绕所述LED芯片和所述电连接的封装,

[0023] 根据以下的详细说明和附图,本发明的这些或其它方面和优点将变得显而易见,以下的详细说明和附图通过举例的方式来阐明本发明的特征。

附图说明

- [0024] 图1示出了横跨具有发蓝色光LED的LED晶圆的波长发射图的一个实施例；
- [0025] 图2示出了横跨LED晶圆的转换材料厚度图的一个实施例；
- [0026] 图3示出了绘制在1931 CIE曲线上的色度区域图的一个实施例；
- [0027] 图4是显示了在对转换材料进行加工之前的LED晶圆上的LED的发射特性的分布的图；
- [0028] 图5是根据本发明的用于制造LED芯片的方法的一个实施例的流程图；
- [0029] 图6是晶圆级的被涂敷的LED芯片的发射特性图的一个实施例；
- [0030] 图7示出了具有显示了区域级的加工之后的LED的发射特性的点的色度区域图；
- [0031] 图8示出了具有显示了经过微加工后的LED的发射特性的点的色度区域图；
- [0032] 图9是根据本发明的用于制造LED芯片的方法的另一实施例的流程图；
- [0033] 图10是显示了表面变化的LED晶圆的截面图；
- [0034] 图11为根据本发明的用于制造LED芯片的方法的又另一实施例的流程图；
- [0035] 图12为依照根据本发明的一个方法被微加工的LED晶圆的平面图；
- [0036] 图13a为根据本发明而被制造的LED芯片晶圆的一个实施例的截面图；
- [0037] 图13b为图13a中的LED芯片晶圆处于随后的制造步骤处的截面图；
- [0038] 图13c为从图13b中的LED芯片晶圆分离的LED芯片的截面图；
- [0039] 图14a为根据本发明而被制造的LED芯片晶圆的一个实施例的截面图；
- [0040] 图14b为图14a中的LED芯片晶圆处于随后的制造步骤处的截面图；
- [0041] 图14c为从图14b中的LED芯片晶圆分离的LED芯片的截面图；
- [0042] 图15为根据本发明的具有多个磷光体/粘合剂涂层的LED芯片的一个实施例的截面图；
- [0043] 图16为根据本发明的具有多个磷光体/粘合剂区域的LED芯片的另一实施例的截面图；
- [0044] 图17为根据本发明的具有特定外形的磷光体/粘合剂涂层的LED芯片的一个实施例的截面图；和
- [0045] 图18是根据本发明的具有特定外形的磷光体/粘合剂涂层的LED芯片的另一实施例的截面图。

具体实施方式

[0046] 本发明旨在用于通过改变发射器上的转换材料的量来调整固态发射器的发射特性的方法，并且还意在利用该方法而被制造的发射器。本发明提供的制造方法尤其可被应用于LED的晶圆级制造和在晶圆级改变转换材料，以减少或者消除晶圆上的LED芯片的发射特性中的变化。根据本发明的方法也可被用来改变单个LED或者从晶圆上分离得到的LED组的发射特性。

[0047] 本发明可被用来制造不同的LED芯片，但是尤其可被应用于制造发白色光LED芯片。在一个这样的实施例中，具有例如大约440至480nm之间的主发射波长的发蓝色光LED的晶圆可被涂敷有转换材料，例如掺杂有钇铝石榴石(YAG)磷光体的铈。如上所述，在晶圆上

得到的LED芯片可能经受发射变化或者起因于LED波长发射变化和磷光体厚度变化的偏移。通过对晶圆上的特定LED上的磷光体层选择性地进行加工或者微加工,可减少或者消除这种颜色变化及其导致的装仓(binning)要求。

[0048] 如下所述,可使用多种不同的加工方法。对于那些在其中LED波长发射可被分隔为多个具有相同或者相似发射波长的LED区域的晶圆,为了实现减少的装仓(binning)或者实现一次装仓(single binning),可对磷光体在区域上进行选择性地粗加工(macro-machined),诸如到CIE曲线上的色度区域或者在依据MacAdam椭圆的标准偏差内。然后,微加工单个的LED上的磷光体,以进一步将它们的发射特性调整为处于色度区域或者标准偏差内。在其他的实施例中,可对单个LED上的磷光体进行微加工,而不经在晶圆区域上进行的第一次粗加工。根据本发明,可使用的一种微加工工艺包括在LED上的转换材料中进行微穿孔,其中孔的深度由微米或更小的解析度控制。在又一个实施例中,可指定LED的预先安排的面积或者区域,并基于该区域内将要被移除的转换材料的最佳量对其进行加工,以实现减少的装仓(binning)。这些被预先安排的区域可包括LED的行、列或者对角线,或者诸如圆形或者椭圆形的形状。

[0049] 在这里将参照特定实施例来描述本发明,但是应当理解的是,本发明可以以多种不同的形式而被实现,并不应当被解释为局限于本文提出的实施例。尤其是,下面描述的本发明是关于利用降频转换器(down-converter)涂布来涂敷LED,其典型地包括载有粘合剂的磷光体(磷光体/粘合剂涂敷),但是应当理解,为了降频转换(down-conversion)、保护、光萃取或者散射,本发明可被用来采用其它材料来涂敷LED。还应当理解的是,磷光体粘合剂可具有散射或者光萃取颗粒或物质,并且涂敷可以是电活性的。根据本发明的方法还可被用于涂敷其他的具有不同材料的半导体器件。另外,在LED上可形成单个或者多个涂层和/或层。涂层可没有磷光体,可包括一个或更多的磷光体、散射粒子和/或其他物质。涂层还可以包括诸如提供降频转换(down-conversion)的有机染料的材料。对于多个涂层和/或层,相对于其他层和/或涂层,每个都可包括不同的磷光体、不同的散射粒子,不同的光学特性,诸如透明度、折射率,和/或不同的物理属性。

[0050] 还应当理解,当诸如层、区域或者衬底的元件被称为处于另一元件之“上”时,其可以为直接地位于其他元件之上,或者也可存在中间元件。而且,诸如“内部”、“外部”、“上部”、“之上”、“下部”、“在下方”、和“之下”的术语,以及类似的术语,在这里都可被用来说明一个层与另一区域之间的关系。应当理解,除了附图中所描述的方位之外,这些术语也意在包含器件的不同的方位。

[0051] 本文中尽管可用第一、第二等术语来说明不同的元件、部件、区域、层和/或部分,但是,这些元件、部件、区域、层和/或部分不应当受这些术语限制。这些术语仅仅是被用来将一个元件、部件、区域、层或部分同另一区域、层和/或部分区分开来。因此,下面讨论的第一元件、部件、区域、层或者部分可以被叫做第二元件、部件、区域、层或部分而不脱离本发明的教导。

[0052] 本文将参照截面视图来描述本发明的实施例,所述截面视图为本发明的实施例的示意图。如上所说,层的实际厚度可以是不同的,由于例如制造技术和/或公差导致的示例图的形状的变化是可预期的。本发明的实施例不应当被理解为对本文所示例的区域的特定外形的限制,而是要包括源自于诸如制造的外形中的变化。由于正常的制造公差,被示例或

者被说明为正方形或者矩形的区域典型地具有圆形的或者弯曲的特征。因此,附图中所示例的区域实际上是示意性的,并且它们的形状并不意在阐明器件的区域的确切外形,也不是意在限制本发明的范围。在这里还参照某些层、区域或者特征来说明本发明的实施例。还应当理解,根据本发明的其他实施例可具有额外的或者更少的层、区域和特征,并且所述层、区域和特征可以以不同的方式被布置。

[0053] 图5显示了根据本发明的用来制造LED的方法40的一个实施例,并且尽管其中的步骤以特定的顺序示出,但是应理解这些步骤能够以不同的顺序来实施,并可使用不同的步骤。参照LED的制造来描述本方法,但是应理解该方法可被用来制造其他的固态发射器和其他的半导体器件。

[0054] 在42中,在生长的晶圆(growth wafer)或者衬底上制造LED,并且所述LED可具有许多不同的以不同方式布置的半导体层。LED的制造和操作在本领域中是公知的,并且在此只作简单讨论。可利用已知的工艺来制造所述LED的层,其中适当的工艺是使用金属有机化学气相沉积(MOCVD)的制造。LED的层通常包括夹在相对立的第一和第二掺杂杂质的外延层之间的活性层/区域,所有的层都相继地形成在生长晶圆或者衬底(“晶圆”)上。LED层起初可被形成成为横跨衬底的连续的层,然后,所述层被分割或者分离为单个的LED。这种分离可通过如下方式而被实现:即将活性区域和掺杂层的一部分向晶圆以下蚀刻以形成LED之间的开放区域(open areas)。在其他的实施例中,所述活性层和掺杂层在晶圆上可保持为连续层,并且其在LED芯片被单一化(singulate)时被分离为单个的器件。

[0055] 应理解的是,每个LED中也可包括额外的层和元件,包括但并不局限于缓冲区、成核、罩、接触和电流散布层以及光萃取层和元件。所述活性区域可包括单量子势阱(SQW)、多层量子势阱(MQW)、双异质结构或者超晶格结构,并且如本领域中所理解的,相对立的掺杂层被共同称为n型和p型掺杂层。

[0056] LED可由不同的材料系统制成,其中优选的材料系统是基于III-族氮化物的材料系统。III-族氮化物指的是那些在氮和元素周期表的III-族中的元素(通常为铝(Al)、镓(Ga)和铟(In))之间形成的半导体化合物。该术语也指诸如铝镓氮(AlGaN)和铝铟镓氮(AlInGaN)的三元和四元化合物。在优选的实施例中,n和p型层是氮化镓(GaN),并且活性区域为铟镓氮(InGaN)。在替代的实施例中,n和p型层可以是AlGaN、砷化铝镓(AlGaAs)或者磷砷化铝镓铟(AlGaInAsP)。

[0057] 所述晶圆可由多种材料制成,例如硅、蓝宝石、碳化硅、氮化铝(Al)、GaN,其中适当的晶圆是碳化硅的4H多型体,尽管也可使用其他的碳化硅多型体,包括3C、6H和15R多型体。碳化硅具有某些优势,诸如同蓝宝石相比较而言与III-族氮化物相匹配的更接近的晶格,并得到更高质量的III-族氮化物薄膜。碳化硅还具有很高的导热率,以便碳化硅上的III-族氮化物器件的总输出功率不会由晶圆的热耗散所限制(可能如在蓝宝石上形成某些器件的情形)。SiC晶圆可从北卡罗来纳州达勒姆市的Cree Research有限公司获得,并且用于生产其的方法在科学文献以及编号为34,861、4,946,547和5,200,022的美国专利中被提出。

[0058] 每个LED还可具有第一和第二触点(contact)。所述LED可具有垂直的几何结构,其中第一触点位于衬底上,第二触点位于LED的典型地为p型层的顶层上。所述第一和第二触点可包括许多不同的材料,例如Au、铜(Cu)、镍(Ni)、铟(In)、铝(Al)、银(Ag)或者其组合。在又另一实施例中,所述触点可包括导电氧化物和透明导电氧化物,例如铟锡氧化物、镍氧化

物、锌氧化物、镉锡氧化物、钛钨镍、铟氧化物、锡氧化物、镁氧化物、 ZnGa_2O_4 、 ZnO_2/Sb 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3/\text{Sn}$ 、 AgInO_2/Sn 、 $\text{In}_2\text{O}_3/\text{Zn}$ 、 CuAlO_2 、 LaCuOS 、 CuGaO_2 和 SrCu_2O_2 。所使用的材料的选择可取决于所述触点的位置以及期望的电气特性,例如透明度、结电阻率和表面电阻。在III-族氮化物器件的情形中,已知的是薄的半透明的电流扩散层典型地能够覆盖一些或者全部p-型层。应理解的是,尽管也可以使用其他材料,但是所述第二触点可包括典型地为金属(诸如白金(Pt))或者诸如氧化铟锡(ITO)的透明导电氧化物的此类层。本发明还可用于具有横向几何形状的LED,其中两个触点都位于LED的顶部。所述LED还可包括额外的电流扩散结构或者网格。

[0059] 在一个实施例中,每个LED可进一步包括一个或者更多的基座,所述基座中的每个被提供来允许在对LED涂敷磷光体后同所述LED的触点中的各自的一个电接触。该实施例将在下文和白色芯片专利申请中被更详细的说明,所述白色芯片(white chip)专利申请是序列号分别为11/656,759和11/899,790、标题均为“Wafer Level Phosphor Coating Method and Devices Fabricated Utilizing Method(晶圆级磷光体涂层方法以及利用该方法制造的器件)”的美国专利申请,并且通过引用的方式将两者合并入本文,如同它们在本文中完全被提出一样。

[0060] 在LED晶圆级制造之后,在43中,可对所述LED进行晶圆级的探测,以测量诸如工作电压、漏电流、峰值和显性发射蓝色波长、蓝色光强度的器件特性。可使用不同的探测方法,并且在一个实施例中,对每个LED施加电信号,促使它们发光,并且测量输出发射特性。在不同的探测步骤中,整个晶圆可被激活,并测量LED的输出,不同区域或者组中的LED可被激活,并测量其输出,或者每个LED可单独地被激活并测量其输出。这种探测过程还可辨识出将不会被进一步处理的有缺陷的LED,由此减少了总体的处理时间和用于晶圆的费用。

[0061] 对于可见缺陷,晶圆也可以直观被检查,以从制造中辨识出具有会导致LED不适当地工作的物理缺陷的LED。可产生有缺陷的LED的图片,其中让有缺陷的LED不进行进一步的探测和微加工处理。通过排除有缺陷的LED,可减少与处理LED晶圆相关联的时间和费用。

[0062] 基于直观的和电气/光学的检查,产生用于晶圆级白色芯片制造的已知合格裸片图。该图也可以指示用于横跨所述晶圆的LED的发射波长。例如,发射蓝色光LED的晶圆可能经历大约450至460nm的发射波长变化。应理解的是,可实现根据本发明的方法的其他实施例,而不产生如在43中所描述的晶圆级LED可视图和/或发射特性图。还应理解的是,根据本发明的不同实施例可使用不同的方法或者工艺来产生裸片图,并且这些图可显示不同的发射器特性。

[0063] 在44中,所述晶圆被磷光体/粘合剂涂层涂敷,所述磷光体/粘合剂涂层覆盖每个LED。可使用不同的已知的工艺来实施磷光体/粘合剂涂敷,诸如滴涂、电泳沉积、静电沉积、印刷、喷刷或者网版印刷,尽管可使用许多其他的沉积方法以及这些方法的组合。在其他的实施例中,所述涂层可被提供为可被结合或者安装在LED上方的独立制造的预成品。

[0064] 在一个实施例中,使用旋转涂布,磷光体可以以磷光体/粘合剂混合物的形式被沉积在晶圆上方。旋转涂布在本领域中是公知的,并且通常包括在衬底的中心处沉积期望量的粘合剂和磷光体混合物,并高速旋转该衬底。离心加速度使得混合物扩散到并最终脱离衬底的边缘。最终的层厚和其他特性取决于混合物的性质(粘性、干燥率、磷光体百分比、表面张力等等)以及选择的用于旋转工艺的参数。对于大的晶圆,在高速旋转衬底之前将磷光

体/粘合剂混合物滴涂在衬底上可能是有用的。

[0065] 在其他的实施例中,使用已知的电泳沉积方法将磷光体沉积在晶圆上。所述晶圆及其LED被暴露于含有悬浮在液体中的磷光体颗粒的溶液中。在溶液和LED之间施加电信号,所述电信号产生会让磷光体颗粒迁移到并沉积在LED上的电场。该工艺典型地使得磷光体以粉末的形式覆盖在LED上。然后,可让粘合剂沉积于磷光体上,其中磷光体颗粒陷入粘合剂中以形成涂层。可使用许多已知的方法来实施粘合剂涂敷,在一个实施例中,使用旋转涂布来实施粘合剂涂敷。

[0066] 然后,所述磷光体/粘合剂涂层可使用许多不同的固化方法而被固化,取决于诸如所用的粘合剂的类型的不同的因素。不同的固化方法包括但是并不局限于加热、紫外线(UV)、红外线(IR)或者空气固化。不同的材料可被用作粘合剂,其中材料优选地经受固化后是坚固的,并且在可见的波长频谱中实质上是透明的。适当的材料包括硅树脂、环氧树脂、诸如低温熔点玻璃、无机玻璃、旋涂玻璃的玻璃、电介质、BCB、尼龙、聚合物及其混合物,其中优选的材料为硅树脂,因为其高透明度和在高功率LED中的可靠性。适当的苯基和甲基硅树脂可从道化学公司(Dow® Chemical)购买获得。在其他的实施例中,所述粘合剂材料可以有织纹的或者可被设计为指数同诸如芯片(半导体材料)和生长衬底的特征相匹配,这能够减少全内反射(TIR),并提高光的萃取。

[0067] 所述涂层优选地包括一种或者更多的光转换材料,所述光转换材料从LED吸收光,并以不同的波长将所述光再发射,诸如将光降频(down-converting)为更长的波长。可使用许多不同的转换材料,其中适当的材料是磷光体。不同的因素决定在最终的LED芯片中将由磷光体所吸收的LED光的量,包括但是并不限于磷光体颗粒的尺寸、加载的磷光体的百分比、粘合剂材料的类型、磷光体的类型和发射光波长之间的匹配的效率,以及磷光体/粘合物层的厚度。根据本发明,这些不同的因素可被控制,以控制LED芯片的发射波长。

[0068] 根据本发明,在涂层中可使用许多不同的磷光体。本发明尤其适用于发射白色光的LED芯片。在根据本发明的一个实施例中,LED发射蓝色波长频谱中的光,并且所述磷光体吸收一些蓝色光并再发射黄色光。所述LED芯片发射由蓝色和黄色光组合而成的白色光。尽管基于 $(\text{Gd}, \text{Y})_3(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 系统,诸如 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ (YAG),使用由磷光体制成的转换颗粒,全宽范围的黄色光谱发射是可能的,但是,在一个实施例中,所述磷光体包括可购买到的YAG:Ce。其他的可被用于发射白光的LED芯片的黄色磷光体包括:

[0069] $\text{Tb}_{3-x}\text{RE}_x\text{O}_{12}:\text{Ce}$ (TAG); RE=Y, Gd, La, Lu; 或者

[0070] $\text{Sr}_{2-x-y}\text{Ba}_x\text{Ca}_y\text{SiO}_4:\text{Eu}$ 。

[0071] 第一和第二磷光体也可被组合在一起用于不同的白色调(暖白色)的更高的CRI的白色,其中将上面的黄色磷光体和红色磷光体组合在一起。不同的红色磷光体可以被使用,包括:

[0072] $\text{Sr}_x\text{Ca}_{1-x}\text{S}:\text{Eu}, \text{Y}; \text{Y}=\text{卤化物}(\text{halide});$

[0073] $\text{CaSiAlN}_3:\text{Eu}$; 或者

[0074] $\text{Sr}_{2-y}\text{Ca}_y\text{SiO}_4:\text{Eu}$

[0075] 通过将所有的光基本上转换为特定的颜色,可使用其它的磷光体来产生饱和色发射。例如,下面的磷光体可被用来产生绿色饱和光:

[0076] $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Eu};$

[0077] $\text{Sr}_{2-y}\text{Ba}_y\text{SiO}_4:\text{Eu}$;或者

[0078] $\text{SrSi}_2\text{O}_2\text{N}_2:\text{Eu}$.

[0079] 尽管可使用其它的磷光体,下面列出了一些另外的可被用作转换颗粒的适当的磷光体。每种磷光体都在蓝色和/或UV发射频谱中表现出激发,提供了理想的峰值发射,具有有效的光转换,并具有可接受的斯托克斯漂移(Stokes shift):

[0080] 黄色/绿色

[0081] $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba})(\text{Al}, \text{Ga})_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$

[0082] $\text{Ba}_2(\text{Mg}, \text{Zn})\text{Si}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$

[0083] $\text{Gd}_{0.46}\text{Sr}_{0.31}\text{Al}_{1.23}\text{O}_x\text{F}_{1.38}:\text{Eu}^{2+0.06}$

[0084] $(\text{Ba}_{1-x-y}\text{Sr}_x\text{Ca}_y)\text{SiO}_4:\text{Eu}$

[0085] $\text{Ba}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$

[0086] 红色

[0087] $\text{Lu}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$

[0088] $(\text{Sr}_{2-x}\text{La}_x)(\text{Ce}_{1-x}\text{Eu}_x)\text{O}_4$

[0089] $\text{Sr}_2\text{Ce}_{1-x}\text{Eu}_x\text{O}_4$

[0090] $\text{Sr}_{2-x}\text{Eu}_x\text{CeO}_4$

[0091] $\text{SrTiO}_3:\text{Pr}^{3+}, \text{Ga}^{3+}$

[0092] $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$

[0093] $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$

[0094] 可使用不同尺寸的磷光体颗粒,包括但是并不限于10-100纳米(nm)-大小的颗粒至20-30 μm 大小的颗粒,或者更大。典型地,更小的颗粒尺寸较更大尺寸的颗粒能更好地发散和混合颜色,以提供更均匀的光。相对于较小的颗粒,更大的颗粒典型地在转换光方面更有效率,但是发射较不均匀的光。在一个实施例中,颗粒的尺寸在2-5 μm 的范围内。在其他的实施例中,所述涂层可包括不同类型的磷光体或者可包括用于单色光源或者多色光源的多个磷光体涂层。

[0095] 所述涂层还可具有不同的浓度或者在粘合剂中加载的磷光体,其中典型的浓度为按重量在30-70%范围内。在一个实施例中,所述磷光体浓度按重量大约为65%,并且优选地是均匀地分散于粘合剂各处。在又其他的实施例中,所述涂层可包括多个不同浓度或者磷光体类型的层,并且这多个层可包括不同的粘合剂材料。在其他的实施例中,一个或者更多的层可没有磷光体,其中一个或更多个层对于LED光基本上是透明的。在一些实施例中,这些一个或者更多的透明层可作为分隔层。

[0096] 在对LED进行初始的涂敷之后,可能需要进一步的诸如磷光体/粘合剂涂层的平面化的工艺,以露出下面的结构(例如基座)或者减少涂层的总厚度。许多不同的减少厚度的工艺可被利用,包括已知的机械工艺,诸如研磨、抛光或者磨光,优选地在粘合剂已被固化之后。其他的制造方法可包括在固化前用橡胶滚轴压来减少涂层厚度或者在涂层固化之前也可使用按压平面化处理。在又其他的实施例中,可使用物理的或者化学蚀刻或者磨蚀(ablation)来减少涂层的厚度。在平面化处理之后,涂层可能具有多种不同的厚度,其中在一个实施例中厚度的范围为1至100 μm 。在又另一实施例中,适当的厚度范围是30至50 μm 。

[0097] 在46中,如上所述,,可使用已知的方法对晶圆进行再次探测以测量横跨所述晶圆

的LED芯片的输出发光特性。在备选的步骤47中,半导体层上的磷光体/粘合剂涂层的厚度可被计算出,以便输出发光特性可以基于内在的磷光体厚度变化而被计算。使用步骤47,所述磷光体层中的磷光体颗粒的浓度应当是已知的,并且该浓度横跨晶圆应尽可能均匀。使用不同的测量系统,可以许多不同的方式测量磷光体/粘合剂涂层的厚度,其中一个实施例在涂敷磷光体/粘合剂之前和之后测量晶圆的厚度。

[0098] 在48中,基于被探测的LED或者LED的区域的输出特性,或者磷光体/粘合剂涂层的厚度测量结果,可以产生LED的输出图。然后,如下所述,该图可被用来确定需要从每个LED芯片或者LED芯片的区域上被移除的转换材料的量。图1示出了用来显示横跨所述晶圆的LED在被涂敷转换材料之前的输出特性的图10的一个实施例。图6示出了更详细的晶圆级的被涂敷的LED芯片的发射特性的图60,示例说明了在不同的Cree指定(Cree designated)的色度区域或者色彩仓中以及在例如4级MacAdam椭圆的标准偏差的外部具有发射光的有涂层的LED的典型的晶圆。这种扩散归因于不同的因素,例如横跨晶圆的LED波长发射的变化、磷光体厚度的变化、晶圆弯曲或者翘曲或者其他工艺相关的影响,以及横跨晶圆的加载磷光体/浓度中的变化。

[0099] 为了同现存的常规发光技术进行更有效的竞争,白色光LED技术在所选择的仓(bins)或者如上所述的4-级MacAdam椭圆内,应该具有色点稳定性和再现性。为了横跨晶圆实现更紧凑的色点分布,基于LED器件的发射特性有选择地移除磷光体材料,所述发射特性中的一些可包括颜色、发射强度、色温、发射形状或者场发射图案。

[0100] 在50中,可基于来自步骤48的移除量计算来将转换材料从LED上移除。可使用许多不同的移除方法,其中一个实施例使用机械加工以移除晶圆上的LED的单个的、一组或者部分区域上的转换材料,以减少转换材料的量并由此修正LED的发射波长。也就是说,通过减少转换材料的量,特定的LED芯片中的LED发出的光穿透更少量的转换材料,并且更少的LED的光被转换。这导致总体的发射特性中的变化与被移除的转换材料的量相关。这种机械加工允许基于横跨晶圆的每个LED的输出特性来调整转换材料。

[0101] 关于本发明,机械加工可被宽泛地分为2种类型:微加工和粗加工。从LED的区域或者区间上移除磷光体被称为粗加工,而从单个的LED上移除磷光体被称为微加工。不同的研磨/铣削转角、钻头可被用来实现粗加工和微加工。例如,基于探测的结果和相关的输出图,可能会存在单个的LED或者LED的区域,适于从其中移除磷光体材料,来将LED的输出调整至特定的色点。在其他区域,该输出特性可能是可接受的。粗加工或者微加工级的磷光体调整或者移除应当以受控的方式同时在纵向和横向进行。

[0102] 在根据本发明的不同的方法中,为了完成第一级的粗加工步骤,可包括晶圆探测和图的产生。在这些方法中,所述晶圆可被探测并且基于探测数据,所述晶圆可被分成具有带有相似的器件特性的LED的地带或区域。这些区域可经受粗加工以使得该区域更接近于目标发射特性。所述晶圆可以再次被探测,其中单个的LED经受微加工,以在目标发射特性处或者接近于目标发射特性处发射。通过将提供宏观(macro)(或者区域)的微加工作为初始步骤,开头可用典型地覆盖更大面积、并且不需要具有精细的深度控制的机械加工工艺。这些更大面积的工艺可以更快,并且成本效率更高,以及能够导致所需要的处于单个LED级的微加工的级别减到最少或者被减少。这能够使得总体的微加工工艺更加有效率。

[0103] 在白色光LED的制造中,例如,在涂层之前可基于发射蓝色光LED的发射特性来进

行晶圆分割。然后,可基于对晶圆涂敷之后的白色点数据来进行晶圆分割。可同时使用LED的蓝色光发射特性和涂层后的特性来产生显示用于宏观级微加工的区域图。

[0104] 图7示出了带有与LED的特定色度相对应的区域的CIE图70,其中线72接近于在对转换材料进行宏观的微加工之前的LED的晶圆上的色点的分布。来自LED的发射扩散而跨越若干色度区域,其中一些LED在该区域之外发光。点74显示了在发射区域中移除一些转移材料之后,晶圆上的相同的LED的发射特性的例子,并且在该实施例中,从晶圆上具有在2.5nm DOM波长内发射的LED的区域移除转换材料。例如,可以从在其中LED的发射波长从450nm至452.5nm变化的晶圆上的区域移除磷光体材料。这种区域移除对应于宏观级的转换材料移除,并且如由点74所示的,现在所述LED的发射特性聚合在CIE图上的4-5个相邻区域周围。所述LED的发射特性更加紧密地被布置在单个仓(single bin)或者单个偏差图案(single deviation pattern)周围。

[0105] 图8示出了再次显示了线82的另一CIE图80,线82接近于在对转换材料进行加工之前的来自LED的晶圆的色点的分布。点84显示了在对具有2.5nm DOM波长的区域进行加工之后并使用以下描述的方法中的一种进行微加工之后用于相同的LED的发射点。在该实施例中,以每个1nm DOM波长对磷光体进行微加工,并使得LED的发射特性更紧凑地聚合在目标发射特性周围。这允许LED中的许多处于目标发射区域(或者仓(bin))内,或者处于目标发射偏差(MacAdam椭圆)内。

[0106] 磷光体的移除可使用若干已知的技术而被完成,诸如化学的、物理的、机械的蚀刻以及光-磨蚀。存在若干已知的技术来对各种磷光体和/或粘合材料(树脂、硅树脂、玻璃等等)进行化学蚀刻。可基于磷光体和粘合层的类型来对磷光体涂层进行化学蚀刻。不同的蚀刻化学过程在磷光体和粘合剂层之间具有不同的蚀刻选择性,并且所选择的蚀刻剂对于在下面的LED结构是惰性的。同样地,在期望对选择性的区域进行磷光体移除的应用中,可能需要临时性的遮罩层/技术。这会增加额外的步骤并且可能不是划算的方案。物理蚀刻的例子包括借助高能物质对磷光体层进行喷溅。这些可以是等离子蚀刻、使用研磨介质的物理喷溅,诸如聚碳酸酯、氧化铝、干冰等等。也可使用选择性区域喷砂或者气体(CO₂)喷冲,其中喷嘴使得气体从中出来时结晶,所述晶体用作喷剂。在这些喷砂法的每个实施例中,可使用掩模来保护在其中磷光体/粘合剂层的厚度不将被砂或者气体晶体喷流减少的区域。掩模层的需求可以增加工艺步骤以及物理蚀刻技术的成本。还应当将研磨介质完全从器件上移除,这也需要高成本的真空移除技术。又另一加工工艺可包括喷射或者超声波加工。

[0107] 根据本发明,另一可被使用的方法是机械蚀刻,诸如研磨、铣削和钻孔。这种工艺较其他工艺的复杂程度更低并且成本更少,并可基于加工应用而利用适当大小、外形的研磨齿片和钻头。在CNC机床上的单个步骤中,大面积(例如几个毫米)、中等面积(1-5mm)和小面积(小于1mm)上的磷光体层可被移除。

[0108] 在其他的实施例中,可通过激光磨蚀的加工来移除磷光体/粘合剂层,这是已知的通过利用激光束对其进行照射来移除物质的工艺。使用低激光通量,物质可被所吸收的激光能量和蒸发盐或者升华物加热。在高激光通量的情况下,典型地,物质可被转换为等离子体。激光磨蚀典型地利用脉冲的激光来移除材料,但是如果激光强度足够高的话,利用连续波激光束来磨蚀材料是可能的。典型地,激光移除技术会遗留材料和残余物,或者能将转换材料的表面烧焦。该工艺可能需要另外的清洁步骤,诸如清洁使用和水洗刻蚀,以移除材料

或者残余物。

[0109] 在又另一实施例中,可通过使用微穿孔的微加工来移除磷光体/粘合剂层材料。这典型地包括使用机械钻头在LED上的磷光体/粘合剂层中形成孔。类似于激光磨蚀,孔的数量、深度和间隔由LED的目标发射特性和要被移除的磷光体/粘合剂材料的量确定。

[0110] 在一个实施例中,微加工级的微穿孔中的孔的深度应当被控制为微米级或者亚微米(sub-micron)级,以充分地控制利用每个孔而被移除的磷光体材料的量。这允许晶圆中的不同LED之间的发射特性的充分控制。在一个实施例中,可使用毫微平台(nano-stage)来提供这种亚微米级的控制。毫微平台(nano-stages)能以非常小的增量(increments)移动,并且在该实施例中,相对于机械钻头,毫微平台夹持住晶圆,并在Z平面中向上移动晶圆,而不是在Z平面中将钻头向晶圆移动。典型的毫微平台利用高分辨率滚珠丝杆和螺母机构或者压电传动机构来实现亚微米移动,其中一些毫微平台提供最小或者至1 μ m或者更少的增量运动控制。在一些实施例中,在钻孔期间,毫微平台移动晶圆而机械钻头可以是固定不动的。在其他的实施例中,机械钻头和毫微平台两者可以移动。可使用许多不同的毫微平台,诸如可购买到的由PI提供的M-501精确垂直微型定位Z平台(M-501 Precision Vertical Micropositioning Z-Stage)。

[0111] 在这些实施例中,转换材料在一个孔中可被移除,而在其他实施例中,所述材料在LED上的磷光体/粘合剂层中形成的一系列孔中被移除。所述孔的数量、深度和间隔由LED的目标发射特性和对应的为了实现该目标要被移除的磷光体/粘合剂层材料的量确定。也可实现其他的蚀刻图案,诸如凹槽、字母、数字等等。

[0112] 在52中,LED可经历备选的第二次被探测的步骤,并且测量它们的输出以确认现在LED在目标发射特性处发射,或者处于可接受的同目标发射之间的偏差内。如果一些LED的发射不是可接受的,那么它们可以再次在50处被微加工以移除附加的磷光体/粘合剂层材料。作为该第二次探测的一部分,并在进一步的微加工之前,在54中可产生第二个LED输出特性的图,并被用来确定在附加的微加工过程中要被移除的磷光体/粘合剂的量。在第二次微加工之后,可对LED进行再次探测,并且如果必要的话,可执行附加的微加工,其中持续该过程直到LED以目标发射特性或者接近于目标发射特性发射。

[0113] 在58中,使用已知的例如切割、划痕和破碎或者蚀刻的方法,可将单个的LED芯片从晶圆上分离开来。这可直接从微加工50发生,或者如果LED的发射是可接受的、并且不需要进一步的微加工,可在第二次探测52之后进行。该分离过程将每个LED芯片分离开来,每个所述LED芯片具有基本上相同的发射特性。这允许对具有类似发射特性的LED芯片的可靠的和一致性的制造。分离之后,LED芯片可被安装在一个封装中,或者被安装至次基台或者印刷电路板(PCB),而不需要增加磷光体的进一步的处理。在一个实施例中,所述封装/次基台/PCB可具有常规的组件引线,其中基底同该引线电连接。然后,可采用常规的包装围绕住LED芯片和电连接。在另一实施例中,LED芯片可由密封的盖子所封闭,其中惰性气体在大气压水平或者低于大气压围绕LED芯片。

[0114] 图9示出了根据本发明的用来制造LED的方法的一个实施例,并且尽管所述步骤是以特定的顺序显示的,但是应理解所述步骤可以不同的顺序发生并且可使用不同的步骤。方法90将参考LED的制造来描述,但是应理解其可被用于制造其他的固态发射器和其他的半导体器件。

[0115] 方法90中的一些步骤同以上描述的且在图5中显示的方法50中的一些步骤类似,并且对于所述类似的步骤将使用相同的参考号,其中应理解以上的关于这些步骤的描述将被应用至该实施例。在42中,LED在生长晶圆(growth wafer)或者基底(“晶圆”)上被制造,并且在43中,可对LED进行晶圆级探测以测量器件特性。在44中,晶圆被覆盖每个LED的磷光体/粘合剂涂层涂敷。在46中,可对晶圆再次进行探测以测量横跨晶圆的LED的输出发光特性,并且在92中,可产生晶圆级孔深度图。这可采用晶圆的布局图的形式,或者是数据库或者电子表格的形式,所述数据库或者电子表格显示了连同孔的坐标在一起的孔的深度。在一个实例中,孔的坐标可采用用于晶圆上的特定的LED的行和列的形式。所述孔的深度对应于从一个特定的LED上方要被移除的转换材料的量,以改变LED的发射特性。在一个实施例中,数据库提供每个LED上方的仅一个孔,尽管应该理解,在其他实施例中,数据库可以提供形成在每个LED上的多个孔。

[0116] 在94中,方法90包括测量转换材料的表面中的变化,并产生晶圆表面(外形)曲线。方法90在根据该变化来确定每个LED上方的孔应该有多深时,对那些变化进行补偿。换个说法,转换材料的表面中的变化被测量,并在确定应该有多少量的转换材料从每个LED上方被移除中被补偿。在一个实施例中,相对于参考点来测量该变化,其中在该参考点以下的“谷地”表面变化是负值,并且在该参考点之上的峰点是正值。

[0117] 图10示出了LED晶圆110,,并示例说明了如何测量表面变化。应理解,晶圆110及其表面变化没有“按比例”示出,以有助于说明和理解。在LED晶圆上选择出参考点112,其中相对于该参考点测量变化。参考点112在LED晶圆110的表面上可位于不同位置,其中一个实施例具有处于晶圆110的中心或者在中心附近的参考点。在其他的实施例中,其可位于LED晶圆110上的其他位置,而在又另一实施例中,其可在LED晶圆110之外,例如在支持晶圆110的平台上的固定点。当对表面变化进行测量时,可产生表面变化图。谷点114相对于参考点112被显示为负值(例如,在该情形中为-2微米),并且峰点116是正值(在该情形中为+2.5微米)。正如下面进一步说明的,在该实施例中,在确定每个LED上方的孔的最终深度时将表面变化考虑在内。

[0118] 可使用不同类型的变化测量方法和设备。在一个实施例中,可使用通过使探头在晶圆上运行来从参考点对变化进行物理测量的接触式探头。这样的测量系统是商业可获得的,其中合适的系统可从位于英国格罗斯特的雷尼绍(Gloucestershire)公共有限公司获得。可使用的其他的通过照射转换材料的表面来测量表面变化的非接触表面变化测量设备。这些基于照射的系统的一个例子是也可从雷尼绍(Gloucestershire)公共有限公司获得的基于激光的系统,或者可从Micro Photonics有限公司获得的发白色光系统。

[0119] 在一个实施例中,每个要被加工的点处的表面变化被测量,诸如每个LED上的点。这可能需要在上千个位置处进行测量,取决于晶圆上被制造的LED芯片的数量。为了减少测量表面变化所需要的时间,可对较少的晶圆变化点进行测量,其中这些点之间的变化使用已知的软件和算法从理论上被确定。一种可被用于这些计算的此类软件是可从SAS有限公司购买获得的JMP统计软件(JMP®Statistical Software)。这允许在LED芯片的一小部分上进行变化测量,其中余下的LED上的变化由软件算法确定。通过在较少的位置进行表面变化的测量,可减少用来确定表面变化曲线所需要的时间。这又能够减少制造晶圆和单个LED芯片所需要的总体时间。

[0120] 返回参考图9,在96中,将在步骤92中产生的用于每个LED的孔的深度和特定LED上的表面变化的测量考虑进去来计算出最终的加工图。一般的计算包括来自步骤92的孔的深度,加上或者减去表面变化,取决于在LED上测量出谷点还是峰点。在所示的实施例中,用于加工工具的参考点应当是用于表面变化的相同的参考点。例如,根据步骤92中产生的孔深度数据,用于具有11.3微米孔深度以及根据表面变化曲线具有2微米的峰值的计算将得到用于加工图的9.3微米的最终深度($11.3\text{微米}-3\text{微米}=9.3\text{微米}$)。对于具有在3微米谷点的9.2微米的孔深的LED,将具有用于图的12.2微米的最终深度($9.2\text{微米}+3\text{微米}=12.2\text{微米}$)。

[0121] 这种方法允许LED上更加可控制地移除转换材料,以使所述量更加精确地反应达到期望的发射特性所需要的处理。对于以上的具有初始孔深度为11.3微米的例子,如果峰值不被补偿,在微加工期间所产生的孔将通过2微米峰值,并且随后将穿过11.3微米,导致孔总的深度为13.3微米。这将大于期望的11.3微米的孔深,并将导致为了达到期望的发射特性而让过多的转换材料被移除。在另一个具有3微米谷点处9.2微米孔深的例子中,微加工将不会接触到转换材料直到其经过3微米进入谷点。当接触到转换材料时,其只用再前进附加的6.2微米的深度($9.2\text{微米}-3\text{微米}$)。在该例子中,转换材料将不会被充分地移除。实质上方法10将表面变化考虑了进去,使得能够从每个LED上移除期望量的转换材料。在50中,可对实际的LED进行加工。在98中,使用以上说明的加工/微加工中的工艺对晶圆进行加工或者微加工,以使用最终的加工图来移除晶圆上的单个的、成组的或者区域上的LED上的转换材料。

[0122] 在根据本发明的不同实施例中,在制造过程中可在不同的点、并以不同的方式进行补偿计算。在以上的步骤96中描述的计算过程中,其中使用孔深度图和表面变化曲线计算出最终的加工图。也就是说,在进行微加工之前计算出用于所有LED芯片的最终深度图。在其他的实施例中,可在进行微加工的同时进行所述补偿计算。当微加工工具移向不同的LED芯片时,在每个LED上进行这种计算。每个LED芯片上的孔深和表面变化可被用来计算最终的孔深,并且所述LED芯片可被微加工到该深度。在又另一实施例中,当微加工工具移动至不同的LED芯片时,每个LED芯片处的表面变化可被测量。当微加工工具移动至新的LED芯片时,表面变化可被测量,并且随后可计算出用于该LED芯片的最终孔深度。

[0123] 应当理解,在根据本发明的不同的实施例中,可包括许多不同的步骤,并且图11示出了显示这些额外步骤中的一些步骤的方法130。方法130没有示出在图5和9中示出的方法50和90的LED制造和转换材料涂布步骤,但是,应理解这些步骤在方法130中所示的步骤之前被完成。方法130中的额外步骤中的一个为被完成的晶圆识别步骤,以便制造系统能够记录其正在制造的晶圆。许多不同的晶圆识别系统和方法可被使用,诸如常规的条形码和扫描仪系统。

[0124] 在134中,对晶圆进行探测,并且如以上在图9中所示的方法90的步骤93中所描述的,产生晶圆孔深度图。在步骤136中,所述晶圆被手动地或者机械地装载到制造平台或者台面上。并且在步骤138中,使用不同的对准系统将晶圆排列在平台上,诸如图案识别系统,其识别晶圆上的某个图案,并利用该图案将平台上的晶圆在x-y平面上适当地排列。即使细微的不对准的晶圆能够导致LED上的孔的错位。所述孔可能被适当地在参考点附近被排列在LED上方,但是对于未对准的晶圆,当微加工工具从晶圆的中心移出时,LED上的微加工的孔的放置的误差可能会扩散并放大。最终,所述错位能导致LED上的期望的孔的微加工的失

误。

[0125] 在140中,对晶圆进行表面变化的测量,并产生如以上的94中的晶圆上的表面变化的表面曲线,并且在142中,使用在上面的步骤96中讨论的方法计算出最终的加工图。该步骤可在晶圆制造处的计算机、或者加工系统上进行,或者在远离晶圆制造系统的位置进行。

[0126] 在144中,所述微加工工具降落并接触(touch down)到晶圆,优选地在被用于产生表面变化曲线的参考点上。这对于通过确保在微加工期间微加工工具准确地对准表面曲线的不同峰值和谷点来适当地执行补偿表面变化可能是重要的。当微加工工具降落时,如果微加工工具错过了参考点,则当微加工工具移动经过晶圆时,可能会引入误差。在以上讨论的一个实施例中,表面曲线参考点在晶圆的中心或者在晶圆的中心附近。在该实施例中,微加工工具也应当在同中心参考点相同的位置降落并接触。在146中,使用以上描述的加工/微加工式的工艺对晶圆进行加工或者微加工,如同上面的方法40的步骤50中所描述的那样,移除晶圆上的单个的、成组的或者区域性的LED上的转换材料。

[0127] 在148中,晶圆工作区域可被清洁,并且晶圆可从制造系统中被卸载。可使用不同的清洁方法和材料,其中适当的材料为水洗蚀刻(KOH)、水、空气或者氮气。所述清洁应当避免使用油或者溶剂。在150中,可选地,晶圆可再一次地被探测以证实LED的发射特性位于期望的仓内。在152中,所述LDE可被从晶圆上分离出来,并如在前面所述的方法40的步骤58中那样被封装。

[0128] 如上所述,加工可宽泛地被归类为微加工和粗加工,其中从LED的面积或区域上移除磷光体被称作粗加工,而从单个的LED上移除磷光体被称为微加工。粗加工可采用不同的形式并可包括对在划定的或者预先安排的区域中的LED的区域进行加工。也就是说,在晶圆特性被测量之前,微加工区域可被确定。图12示出了可在预定的区域中被粗加工的LED晶圆170的一个实施例,其中该区域包括晶圆上的LED的行和轨道172。应当理解,该预定区域还可包括LED的列或者对角线LED,或者其他预定区域,诸如圆形、椭圆、正方形等等。

[0129] 对于每个预定区域,所述转换材料被加工至单个级(single level)。对于行172,所述转换材料被加工至沿着该行的单个级。根据本发明的方法计算用于转换材料加工的期望的深度,以达到基于每个行172中的LED的不同的发射特性的最佳结果。然后,使用以上描述的方法对行172进行加工,其中加工工具沿着该行移动并移除转换材料至相同水平。这种行或者轨道方法不提供如以上描述的微加工方法那样的每个单个LED的相同的转换材料移除准确性,但是提供减少的各个晶圆的微加工时间。

[0130] 在根据本发明的方法的一些实施例中,在其上面放置晶圆的台面或者平台能影响表面变化测量,并最终影响用于微加工或者粗加工的深度。在一些例子中,平台的表面变化可导致平台上的晶圆中的一些表面变化,并且平台的任何倾斜会导致晶圆的倾斜以及相应的表面变化。在测量和加工期间使用多个平台可导致不同平台上的晶圆的不同的表面变化。因此,对于表面变化曲线测量以及对于加工,使用单个平台可能是理想的。

[0131] 在一个实施例中,所述平台可被用来测量表面变化曲线,并且随后可被移动至用于加工的系统。可替代地,所述平台可被置于同时执行表面曲线测量和加工的单个机器中。又在其他的系统中,可提供以装配线方式穿过表面曲线测量和加工系统而移动的多个平台。可在一点处对平台上的晶圆的表面曲线进行测量,并且随后,所述平台能够自动地被移向在其中进行加工的第二点。在其他的实施例中,可在固定位置设置多个平台,其中表面曲

线和加工系统在固定位置之间移动。这样的布置可在圆周上设置多个固定平台,其中表面曲线和加工系统从圆周的圆心在这些平台之间移动。这种“行星”式系统可允许围绕中心旋转点的不同平台之间的移动,允许平台之间的更容易的移动。在又其他的实施例中,通过使加工平台复制平台表面变化或者通过在进行补偿运算时考虑这些变化,可在加工平台处模仿表面曲线测量时的用于所述平台的表面变化。

[0132] 应当理解,本发明还可补偿其他变化,例如那些可能由制造设备引入的变化。例如,当微加工系统沿着x和y平面移向晶圆上的不同的LED芯片时,所述微加工系统可能经历沿z轴方向的移动。这种z轴上的移动在确定用于微加工的最终孔深时也可被补偿。

[0133] 应理解,在根据本发明的方法的不同的实施例中可包括附加的步骤。还应理解,根据本发明的方法不必要包括以上描述的方法中的所有的步骤。例如,在方法40中,在第一次微加工之后,晶圆可直接进入分离阶段,而不是第二次被探测以及潜在的第二次被微加工。类似地,方法90和130也可省略一些所描述的步骤而被执行,或者可以以不同顺序的步骤而被执行。

[0134] 在以上提到的实施例中,其中所述LED包括一个或者更多个基座,以允许在涂布磷光体之后同LED的触点的电接触,或者其中所述LED以其他方式被布置,以允许在涂布之后电接触。根据本发明的不同的方法可允许同时进行探测和微加工,以达到期望的发射特性。也就是说,LED被探测并且发光时可进行微加工。这允许晶圆级的实时控制的调整而不需要产生晶圆级发射特性图。

[0135] 在又另一实施例中,可对涂层的一部分进行晶圆级的微加工,以实现在可接受的目标发射特性范围内的发射。随后,单个的LED可被从晶圆上分离,并且随后被封装,诸如通过安装至基底或者次基台。基于用于封装的期望的发射色点,可进行组装级的最终的微加工。该工艺允许LED被分离和封装,其中所述封装对于最终的微加工是可获得的,以满足依赖于客户需求的许多不同的色点。所述封装微加工可利用以上提到的方法40、90和130的许多步骤。

[0136] 根据本发明的方法可被用于加工许多不同的器件,并且图13a至13c示出了根据本发明的被加工的LED晶圆180的一个实施例。然而,应当理解,本发明可被用来处理许多不同的LED实施例,并且单个的LED或者数量更少的成组的LED可被类似于晶圆级LED那样被处理。可根据本发明被制造的LED的不同的实施例的例子包括可购买到的由Cree股份有限公司提供的EZBright™ LED芯片(例如,EZ1000,EZ700,EZ600,EZ400,EXBright290),其中的一些细节在公开号为2006/0060874和2006/086418的美国专利申请中被描述,其通过引用的方式将它们并入本文,完全如同它们在本文中被提出一样。

[0137] LED晶圆180的制造的细节在申请号为11/656,759和11/899,790的美国专利申请中被描述,通过引用的方式将它们并入本文,如同它们完全在本文中被提出一样。现在参照图13a,LED晶圆180包括以它们的制造过程中的晶圆级被示出的LED芯片182。包括用来说明分离的假想线,或者在附加的制造步骤之后的LED芯片182之间的切割线。图13a仅示出了2个晶圆级的器件,但是,应理解,从单个晶圆上可形成许多个LED芯片。例如,当制造具有1平方毫米(mm)大小的LED芯片时,在3英寸的晶圆上可制造多达4500个LED芯片。

[0138] 每个LED芯片182包括半导体LED 184,所述半导体LED184可具有如上所述的以不同方式设置的许多不同的半导体层。通常,所述LED 184的层包括夹在第一和第二相对的

掺杂外延层188,190之间的活性层/区域186,所有的层都以晶圆级相继地形成在衬底192上。在所示的实施例中,LED 184被示为衬底192上的分离的器件。可通过使活性区域186和掺杂层188,190的一部分朝衬底192向下蚀刻以形成LED 184之间的开口区域来实现这种分离。在其他的实施例中,所述活性层86和掺杂层188,190可保持为衬底192上的连续的层,并在LED芯片被分离时被分割为单个的器件。如上所述,LED 184可由不同的材料系统制成,并且衬底可由不同的材料制成。应当理解,LED 184中还可包括另外的层和元件,并且活性区域186可包括许多不同的结构。

[0139] 尽管应理解本发明同样可应用于垂直几何结构的LED,但是所述LED 184具有横向的几何结构。每个LED 184具有第一和第二触点194,196,每个触点都可由以上在方法40中描述的材料制成,并且每个LED 184还可包括也如上所述的电流扩散层和结构。被施加至第一触点194的电信号扩散进入外延层190,并且被施加至第二触点196的信号扩散进入外延层188。因为LED 184具有横向的几何结构,故两个触点均位于LED 184的顶部。

[0140] 每个LED芯片182还包括形成在第一触点194上的第一触点座198,以及形成在第二触点196上的第二触点座200,两个触点座都被用来同LED 184实现电连接。基座198,200可由许多电导体材料形成,并可使用许多不同的已知物理或者化学沉积工艺来形成,诸如电镀、掩膜沉积(电子束,喷溅)、无电镀或者接线柱球焊(stud bumping),其中优选的触点座是金(Au)并使用通常为本领域已知的接线柱球焊工艺来形成。基座198,200可由除Au之外的其他的导电材料制成,诸如用作第一和第二触点的金属,包括Cu,Ni,In,及其组合,或者上面列出的导电氧化物或者透明导电氧化物。取决于期望的加载有粘合剂的磷光体涂层的厚度,基座198,200的高度可变化,并应当足够高以同加载有粘合剂的磷光体涂层的表面匹配,或者高出所述磷光体涂层的顶部表面而从所述LED延伸。

[0141] 使用上述的方法磷光体涂层202覆盖LED晶圆180,并且覆盖每个LED 184及其触点194,196,并且初始地具有其能够覆盖/遮盖基座198,200的厚度。然后,使用以上描述的方法,所述磷光体涂层202可被固化,并且也如上所述,可包括不同的粘合剂和磷光体材料。在对LED进行初始的涂敷之后,可能需要诸如平面化的进一步的处理,来减小整体涂层的厚度以露出基座198,200或者减少涂层202的总体厚度。

[0142] 一旦基座被露出,就可对LED晶圆180进行探测并可测量每个LED的发射特性。如上所述,探测可包括同每个LED 184处的暴露的基座198,200进行电接触,并向LED 184施加电信号,使得它们发光。可产生晶圆的发射特性图,该图可被用来确定用于调整每个LED芯片182所需要进行粗加工或者微加工的量 and 区域,以使它们在目标发射特性或者接近目标发射特性发射。

[0143] 现在,参照图13b,可对磷光体涂层202进行加工,以减少所有的或者一些LED芯片182上方的磷光体涂层的量,以“调整”它们的发射特性。要被移除的磷光体涂层202的量可由相对于目标发射特性的LED芯片182的起始测量的发射特性来指示,并且能够补偿如上所述的表面变化。加工特征的数量、间隔和深度可以被控制,以移除期望量的磷光体涂层202。

[0144] 如上所述,可使用不同的粗加工或者微加工方法,以在磷光体涂层202中形成孔206,由此移除一些涂层202。在所示的实施例中存在多个孔,但是在一个实施例中可包括至少在一些LED上的单个的孔。来自LED 184的光穿过涂层202,其中至少一些光被涂层202中的磷光体材料转换。经过加工之后,更少的磷光体涂层202被留下,并且LED光遇到更少量的

磷光体材料。因此,更少的LED光被转换,并且由于磷光体涂层被加工,LED芯片182发射出LED光和来自磷光体的被转换的光的不同的组合。

[0145] 如上所述,用于每个LED 184的发射特性可以是不同的,并且每个LED 184上的磷光体涂层202的厚度可以改变。因此,从每个LED上被移除的磷光体涂层202的量可以不同,以实现目标发射。为了移除不同量的材料,可对每个LED 184上的磷光体进行微加工,诸如,通过使孔在涂层中经历不同的深度,通过具有不同数量的孔,或者通过具有不同的直径的孔。所述孔还可以以有组织的方式被设置,以形成形状或者字母。

[0146] 可对LED芯片182进行再次探测,以确定它们是否处于目标发射特性发射或者在可接受的同目标发射之间的偏差内发射。如果不是,则可通过附加的微加工对LED芯片182进行进一步调整。持续这种过程直到LED芯片182以期望的特性发射或者接近期望的特性发射。

[0147] 现在参照图13c,使用上述的已知的工艺,LED芯片182可被从LED晶圆180分离为如图所示的单个器件,或者可替代地被分离为器件组。然后所述LED芯片182如上所述那样被封装并且被接触。

[0148] 如上所述,本发明可被用于许多不同的LED晶圆和LED芯片结构。图14a至14c示出了根据本发明的LED晶圆220的另一实施例。首先参照图14a,所述LED芯片222为安装在次基台224上的晶圆级的倒装芯片。LED芯片222被示出带有用来显示LED芯片222之间的分离或者切割线和随后的附加的制造步骤的的假想线。每个LED芯片222包括半导体LED 226,所述半导体LED可具有如上所述的以不同方式设置的许多不同的半导体层。通常,LED 226包括夹在第一和第二相对立的掺杂外延层230,232之间的活性层/区域228,所有的层连续地形成在衬底234上。本发明尤其适用于以如下方式布置的LED:可从一个表面同时接近两个触点,诸如具有横向几何结构的LED。每个LED 226还包括分别位于第一和第二外延层上的第一和第二电极或者触点236,238。如上所述,可包括电流扩散层和结构。

[0149] 每个LED芯片222还包括被设置以使得LED226可以被倒装在其上的次基台224的一部分。所述次基台224可由许多不同的材料制成,诸如导电或者半导体材料或者绝缘材料。一些适当的材料包括陶瓷,诸如氧化铝、矾土、氮化铝或者尼龙。在其他的实施例中,次基台晶圆可包括印刷电路板(PCB),saffire或者硅,碳化硅或者任何其他适当的材料,诸如可购买到的T-Clad隔热金属包层(thermal clad insulated)的衬底材料。次基台晶圆224可包括多个通孔240,使用已知的例如蚀刻的工艺可形成所述通孔,其中通孔240中的两个或者更多个被设置为同各自的一个LED 226相配合。在所示的实施例中,通孔240被以两个一组布置,其中每组的尺寸和间隔bei2设置为同各自的一个LED 226的第一和第二触点236,238对准。

[0150] 可包括介电层242,用来覆盖次基台224的表面,包括通孔240的表面。所述介电层242与晶圆电绝缘,以使次基台224的表面上的电信号不会扩散进入次基台224。不同的材料可被用于介电层,其中适当的材料为氮化硅或者二氧化硅。对于由诸如陶瓷的绝缘材料制成的次基台晶圆,可能不必包括介电层或者电绝缘。

[0151] 每个通孔240可填充有导体材料,以形成穿过次基台224的导体孔244。每个LED芯片可具有位于次基台224一部分的底面上的第一和第二底部金属焊盘或者迹线246,248,其被设置以使得在LED芯片被切割后它们由底部表面上的间隔电气和物理隔离。每个底部迹

线246,248被电耦接至导体孔244中各自的一个。施加至第一底部金属迹线246的电信号被传导至LED芯片的孔244中的一个,其中被施加至第二底部金属迹线248的信号被传导至另一个LED芯片的孔244。在次基台224的顶部表面上可包括第一和第二顶部迹线250,252,用来将来自所述孔244的信号传导至第一和第二触点236,238。借助导电粘合剂材料254,其典型地为一个或者更多个粘合剂/金属层,诸如焊料,所述LED 226被安装至次基台224。典型地,所述粘合剂材料将第一顶部迹线250同第一触点236结合在一起,并且将第二顶部迹线252同第二触点238结合在一起。

[0152] LED晶圆220可被覆盖各个LED芯片222的LED 226的磷光体/粘合剂涂层256覆盖。所述磷光体粘合剂涂层可包括如上所述的粘合剂和磷光体材料,并且能够如上所述地被应用、固化和平面化。然后,通过接触第一和第二底部迹线246,248使得LED 226发光,可对LED晶圆220进行探测。横跨晶圆的LED芯片的发射特性图可被制作。

[0153] 现在参照图14b,使用以上描述的方法中的任何一种,可对磷光体/粘合剂涂层256进行粗加工或者微加工,来“调整”每个LED芯片222的发射特性。在所示的实施例中,微加工在涂层256中形成孔258,由此移除磷光体材料。应当理解,可采用除孔以外的其它方式来移除涂层。所述LED芯片222可再次被探测,以测量它们的输出特性,并根据需要能够再次被微加工,以使LED芯片以目标发射特性发射或者接近目标发射特性发射。现在参照图14c,然后,所述LED芯片222可被从LED晶圆上单个地被分离,或者以LED芯片222组的形式被分离。然后,LED芯片222可如上所述地进一步地被封装。

[0154] 图15示出了根据本发明的LED芯片240的另一实施例,也可使用以上所描述的方法在晶圆级或者LED芯片级调节其发射特性。LED芯片240包括衬底/波形转换器(waver)244上的形成LED的半导体层242。在半导体层上形成第一、第二和第三磷光体/粘合剂涂层246,248,250。在一个实施例中,所述磷光体/粘合剂涂层246,248,250吸收LED光并发射组合为白光的颜色,其中在一个实施例中该涂层发射红色、绿色和蓝色光。可使用上述的方法来加工所述涂层,以调整LED芯片的白色光发射的色点。

[0155] 图16示出了根据本发明的具有在衬底/波形转换器(waver)264上的形成LED的半导体层262的LED芯片260的又另一实施例。在该实施例中,LED芯片260具有第一、第二和第三吸收LED光、并发出白色光组合的横向磷光体/粘合剂区域246、248、250,而不是三层磷光体/粘合剂涂层。在该实施例中,该区域发出组合的红色、绿色和蓝色光,以使LED芯片发射白色光。使用以上的方法可从区域中任何一个移除转换材料,每个区域可被加工至LED芯片的色点。应当理解,可使用以上描述的方法来对具有由横向区域或者层的不同的组合而成的磷光体区域的LED芯片进行加工,以调整发射特性。

[0156] 根据本发明的加工也可被用来塑造LED芯片的磷光体/粘合剂涂层或者LED芯片的其他层或者使其特征化,以提高光萃取或者塑造LED芯片的发射图案。图17示出了根据本发明的具有位于衬底/波形转换器(waver)284上的半导体层282的LED芯片280的另一实施例,其中磷光体/粘合剂涂层286位于半导体层上。对磷光体/粘合剂涂层286的加工能同时移除磷光体材料和成型所述涂层。对于LED芯片280,加工移除了磷光体材料并将半导体层上的粘合剂涂层形成为透镜形状。在一个实施例中,在形成透镜时可移除期望量的转换材料,而在其他的实施例中附加的转换材料可被移除,诸如通过在透镜形的转换材料中形成孔288来移除所述转换材料。

[0157] 应当理解,参照不同实施例描述的孔可采用许多不同的形状,并可以按照除了那些在本文中所描述的之外的许多不同的方式而被设置。所述孔可具有不同的深度、不同的直径,并可以为圆柱形之外的其他形状,并且可具有不同的特征,诸如结构或轮廓。所述孔可具有能够改变LED芯片的发射图案的形状和特征,或者这些孔可被提供有能够改变LED芯片的发射图案的角度。所述孔还可具有相同或者不同的角度。

[0158] 图18示出了具有半导体层302、衬底/波形转换器304和磷光体/粘合剂涂层306的LED芯片300的又另一实施例。在该实施例中,加工不仅能够移除转换材料,而且其还能够塑造磷光体/粘合剂涂层306的特征以提高光萃取。所述磷光体/粘合剂可具有超出图17和18中所示的许多不同的外形和表面结构,并也可移除转换材料,例如通过孔。

[0159] 尽管参照其某些优选的配置来对本发明进行了详细描述,但是其他形式也是可能的。例如,本发明可用于许多不同的器件配置(芯片上、芯片中和芯片周围的几何结构、形状、尺寸和其他元素),来改善器件性能。因此,本发明的范围和精神不应当被限制在以上所描述的形式。

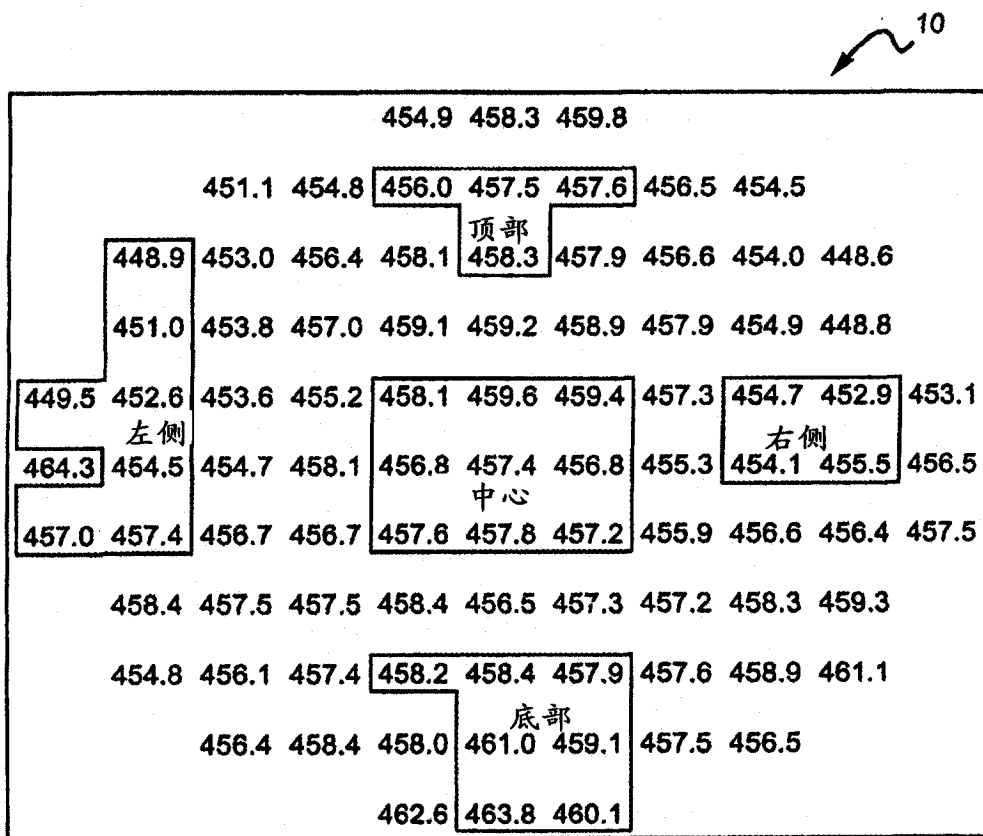


图1

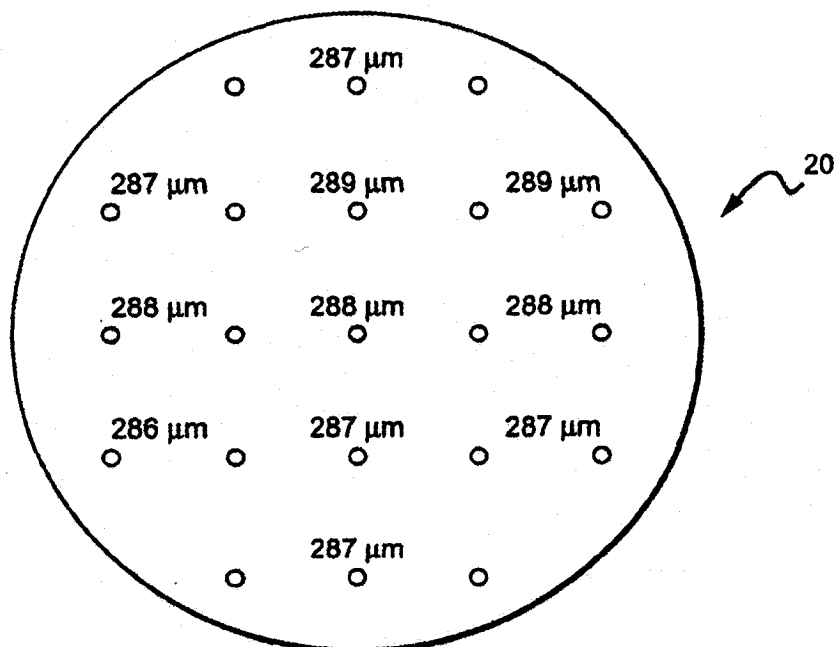


图2

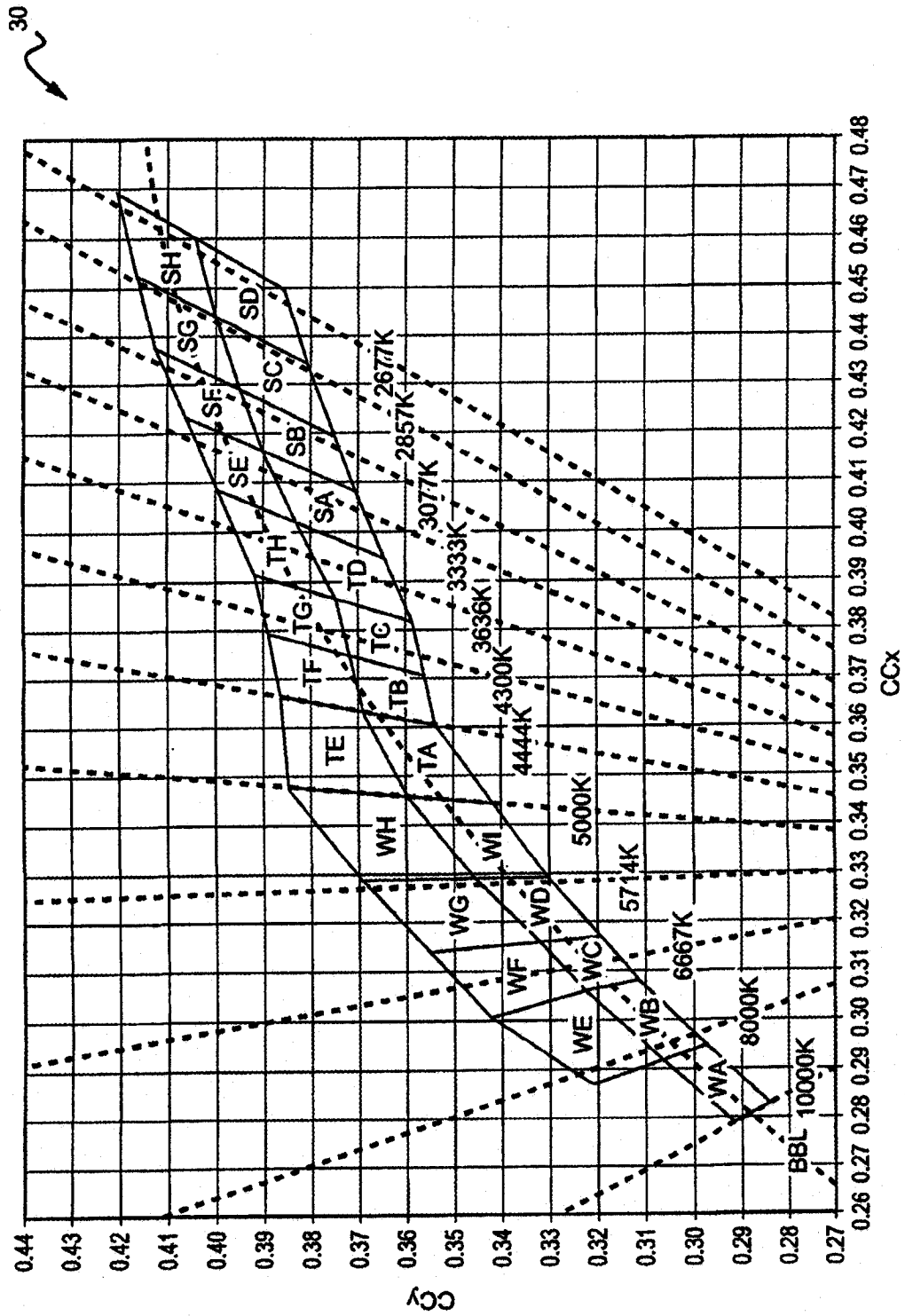


图3

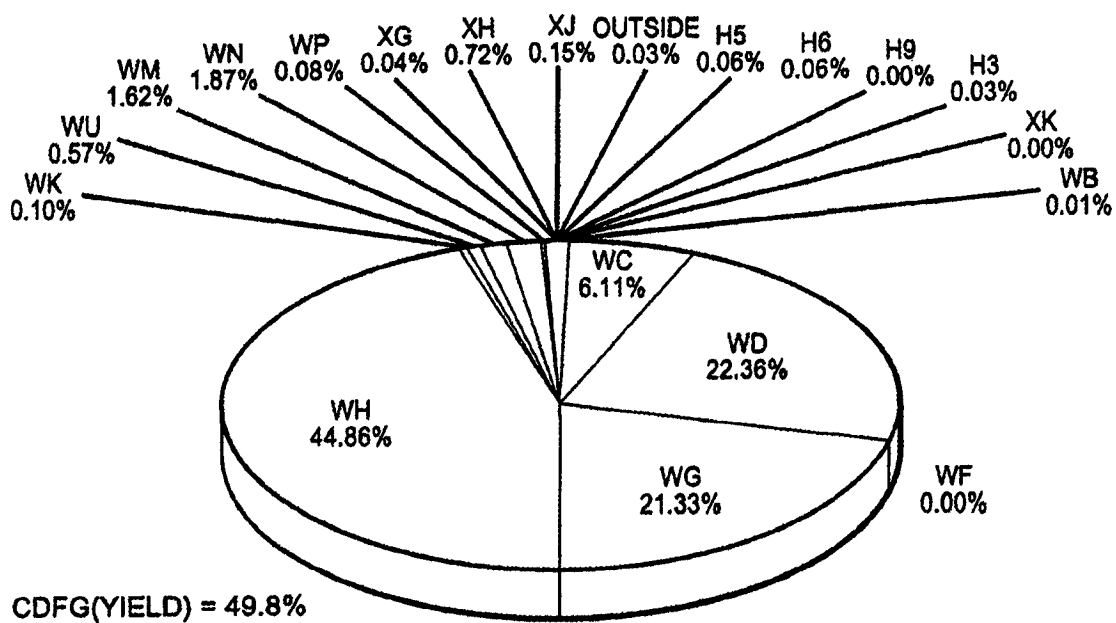


图4

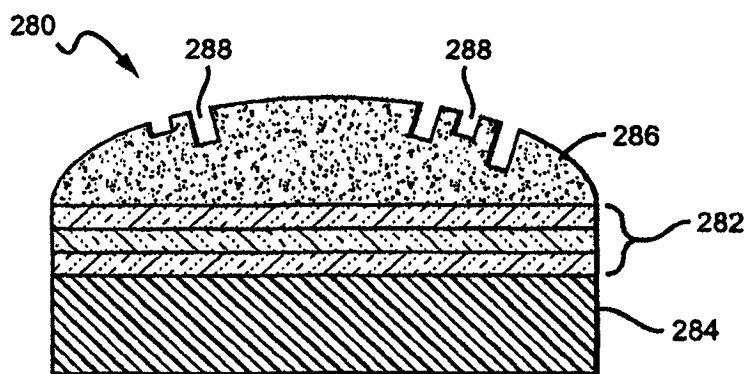


图17

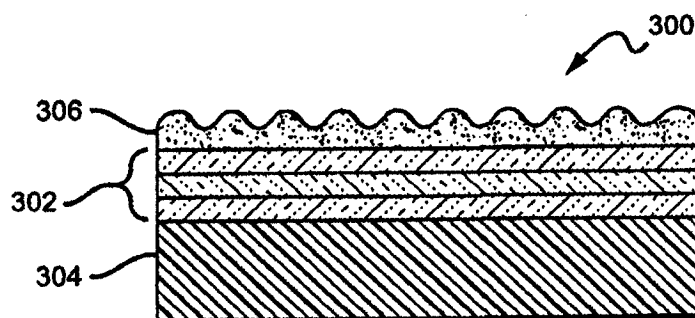


图18

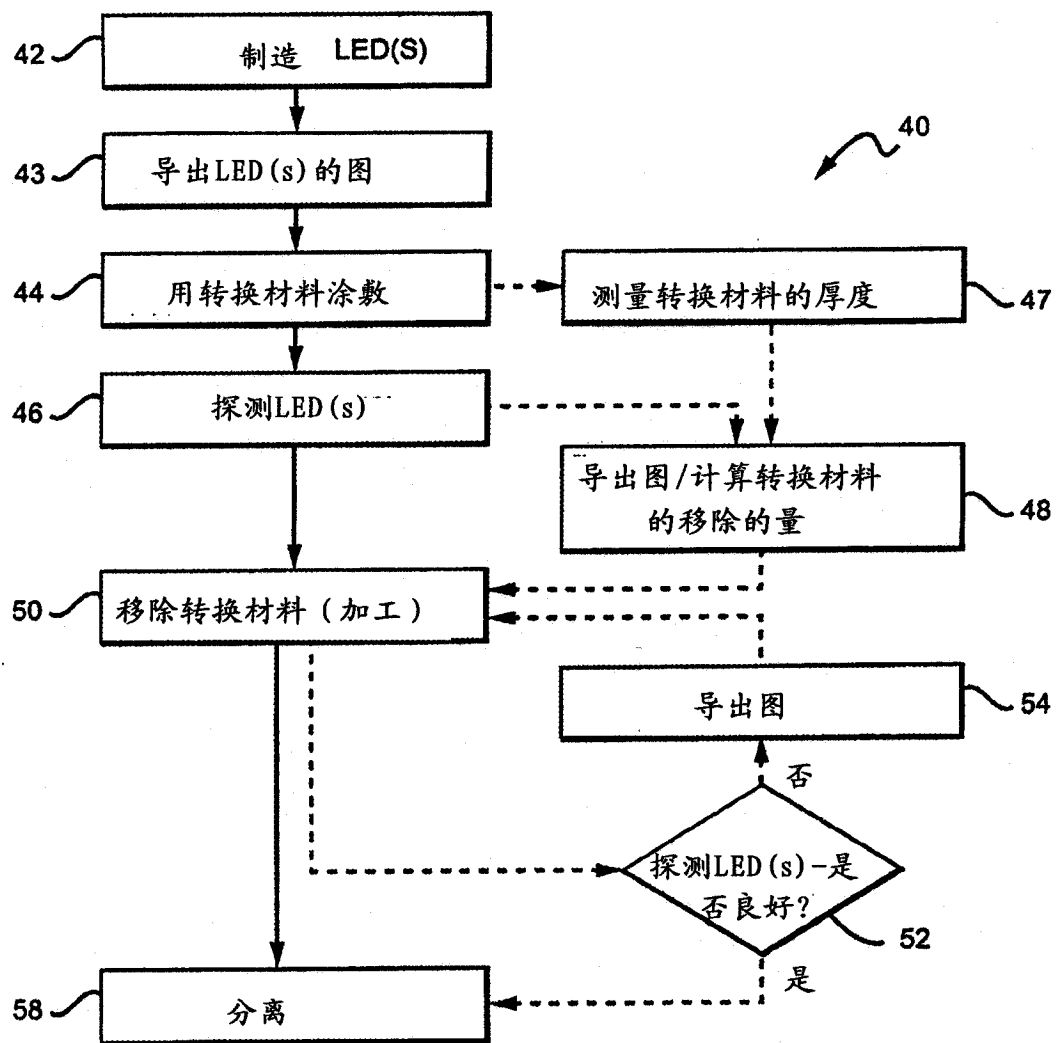


图5

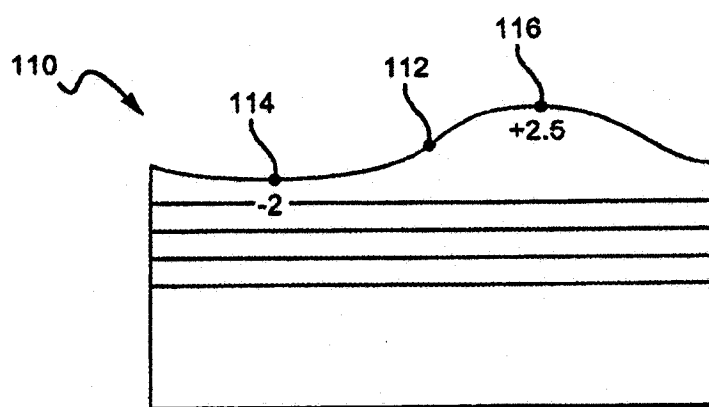


图10

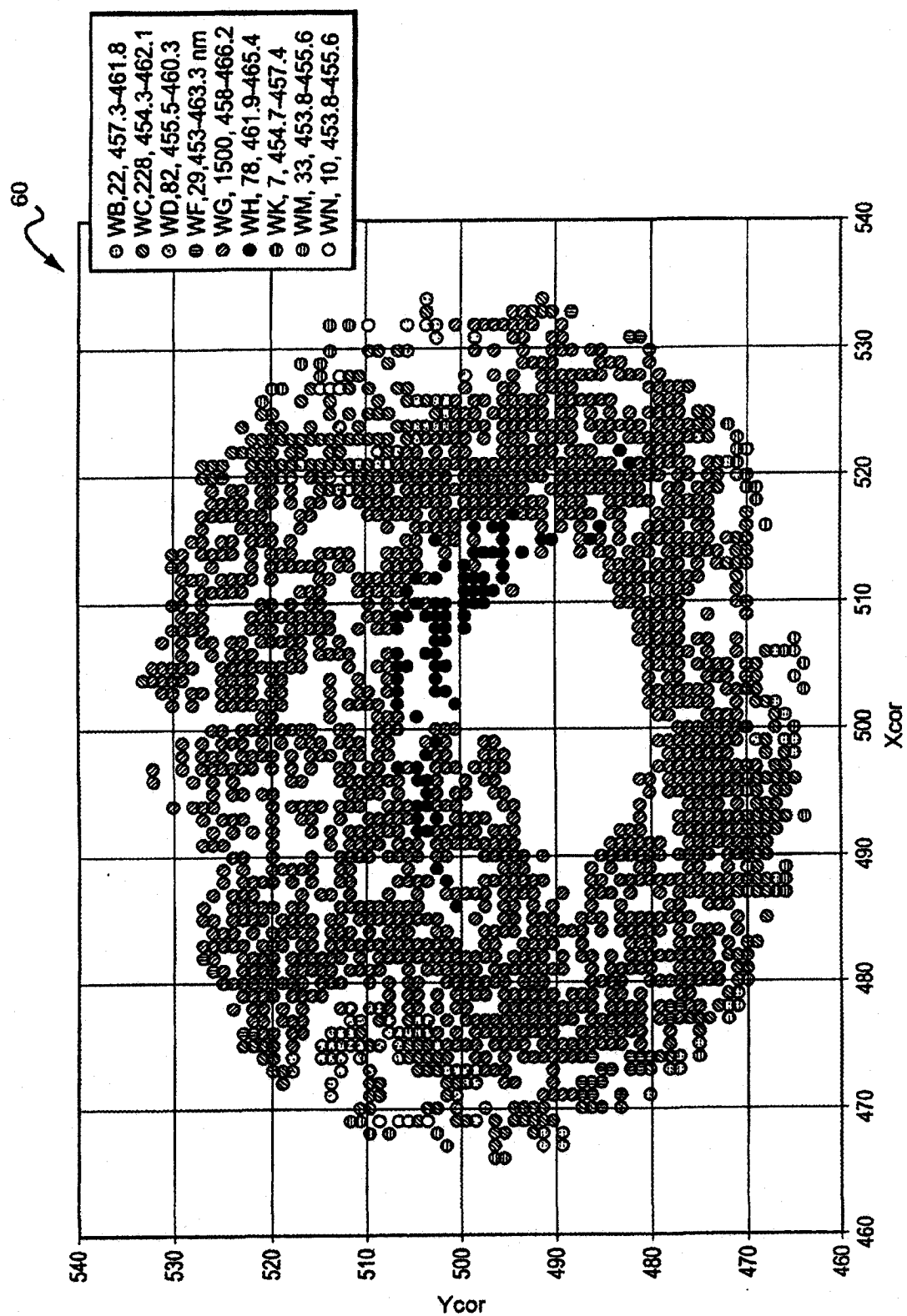


图6

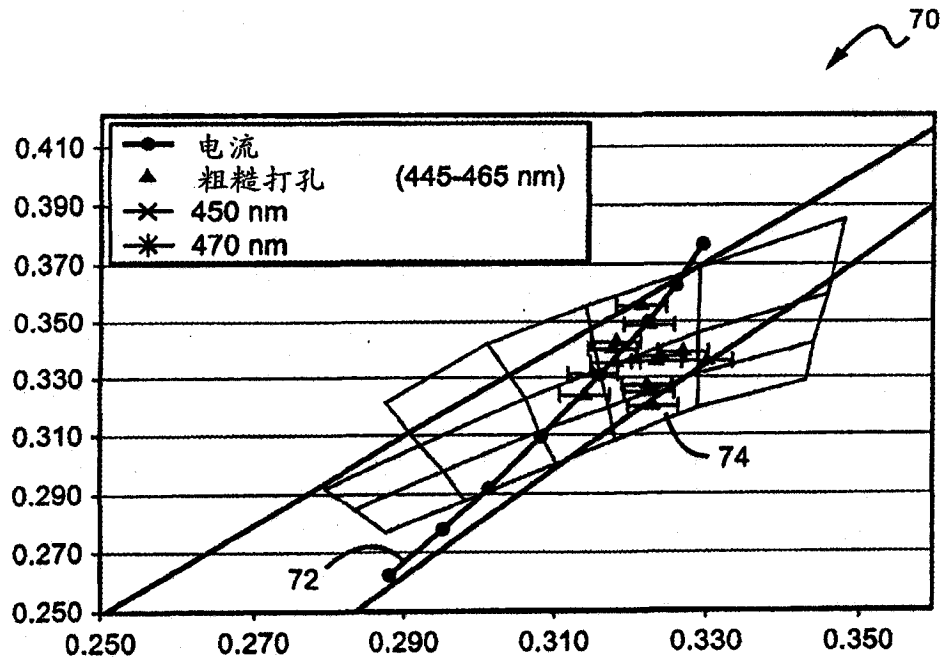


图7

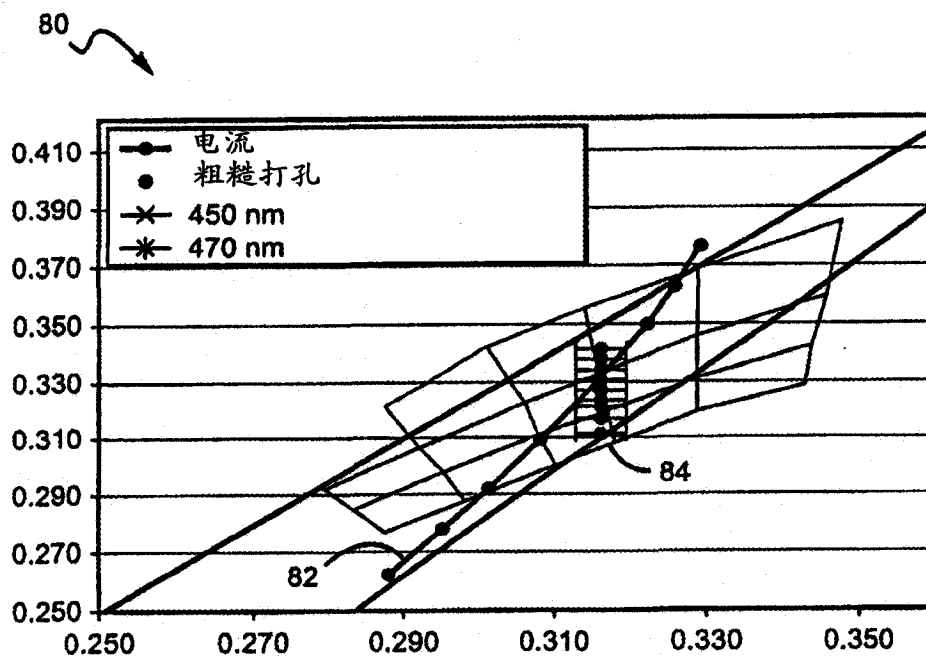


图8

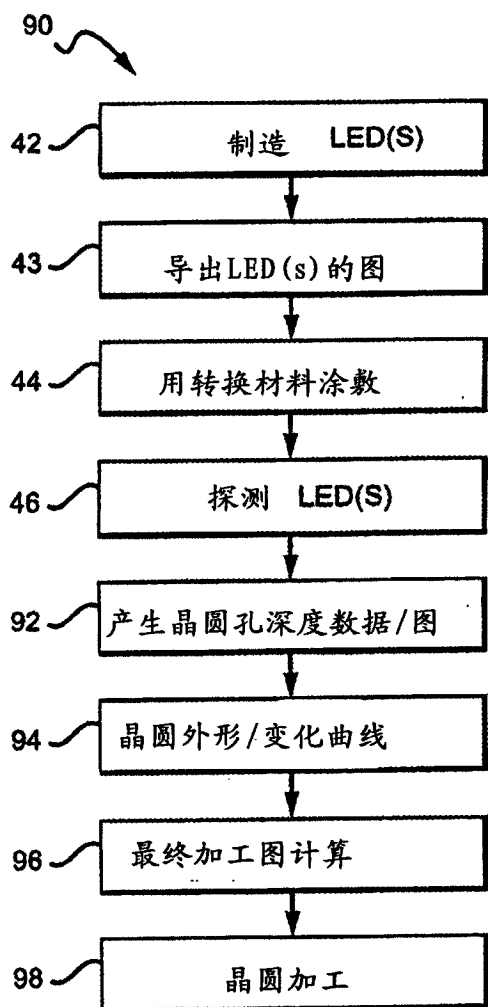


图9

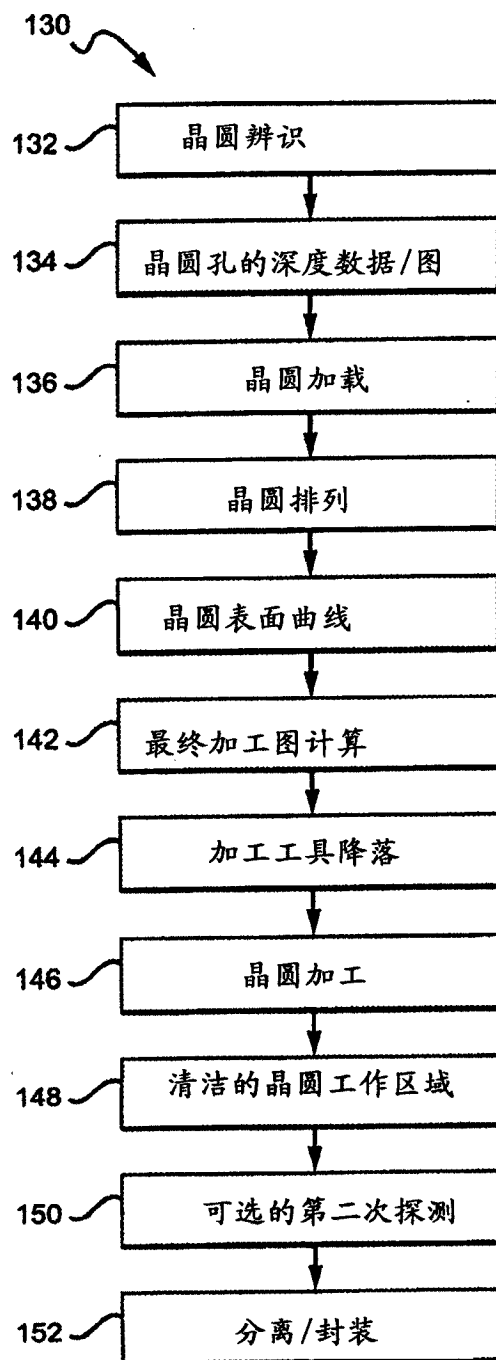


图11

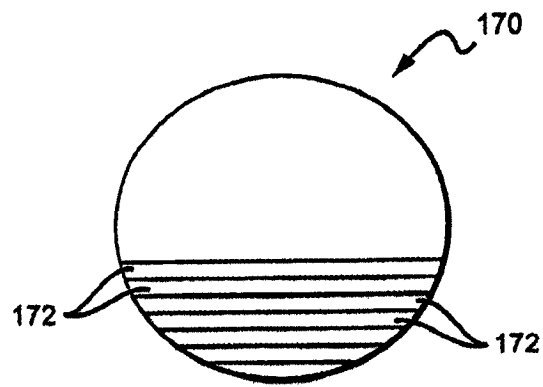


图12

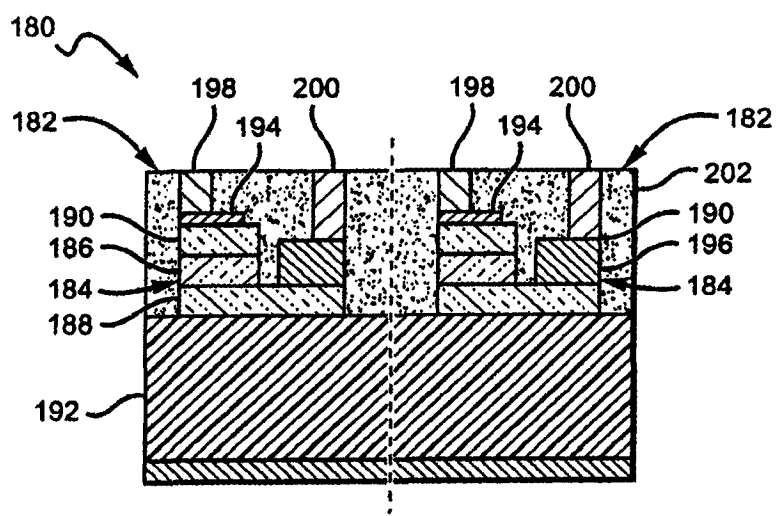


图13a

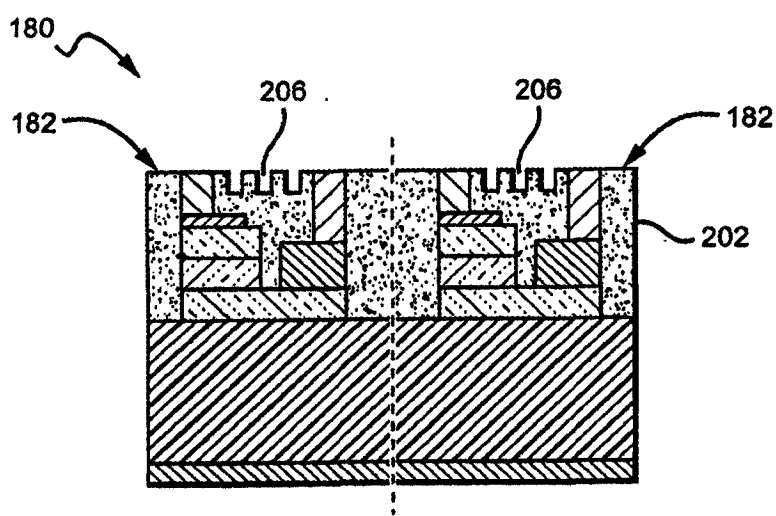


图13b

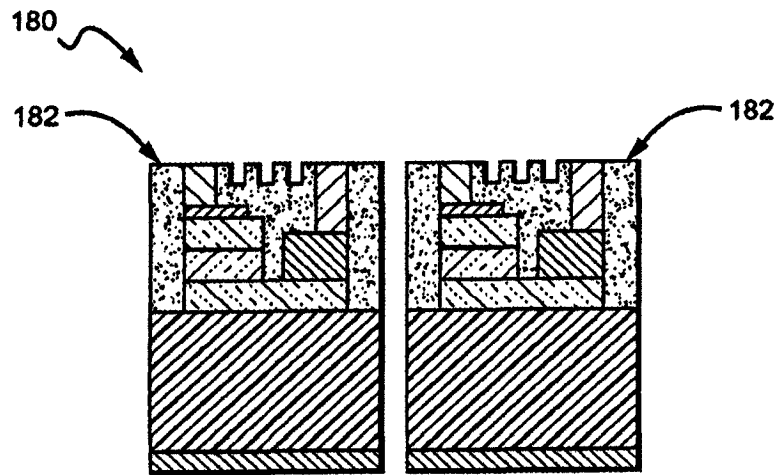


图13c

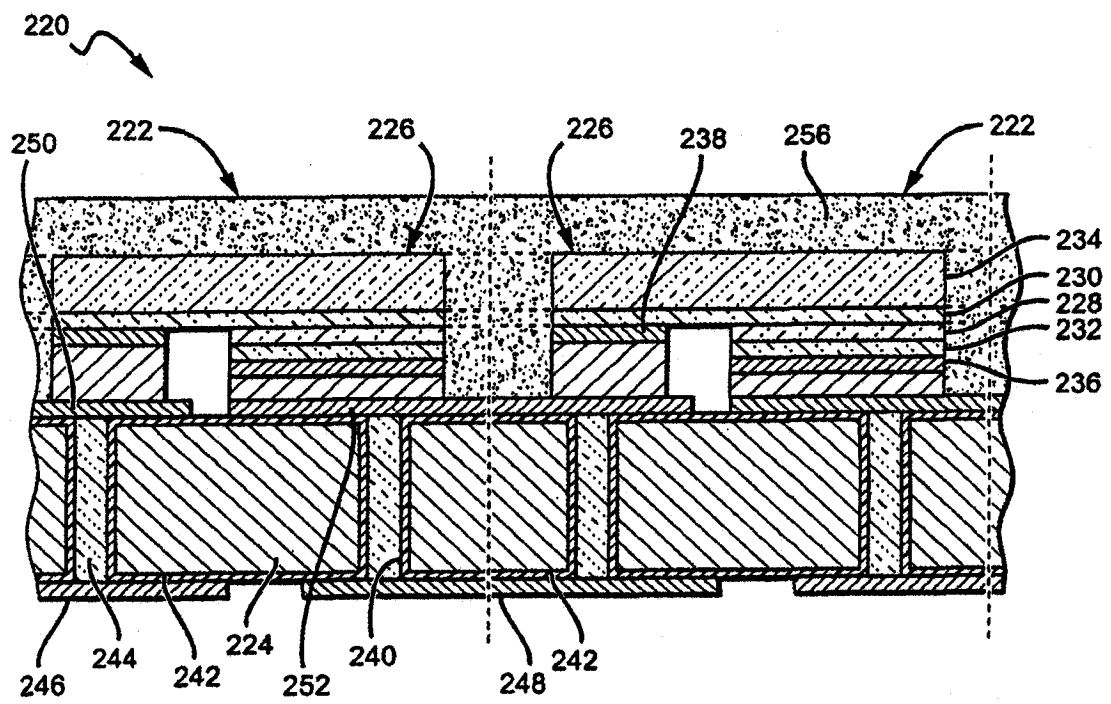


图14a

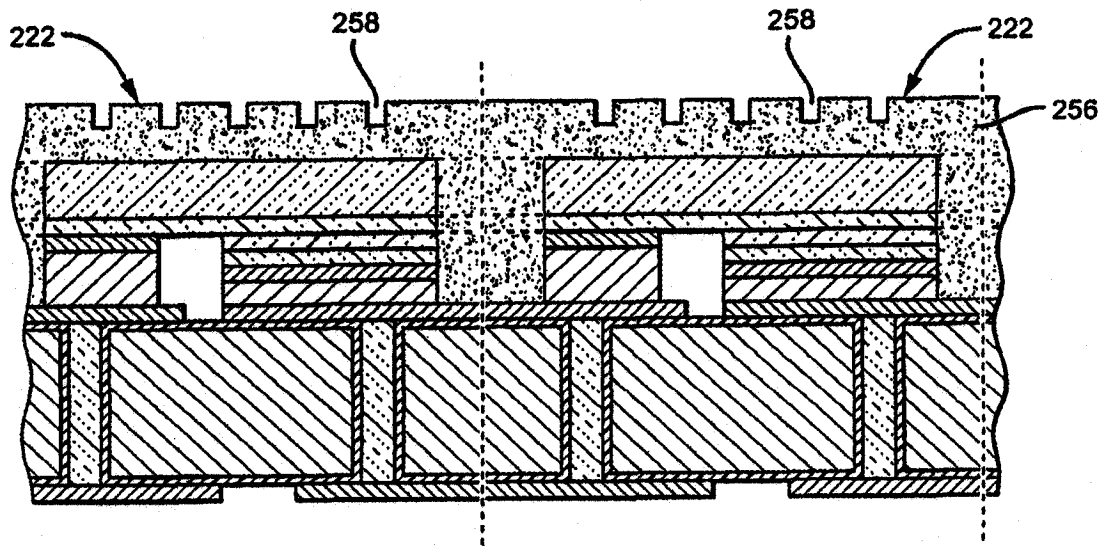


图14b

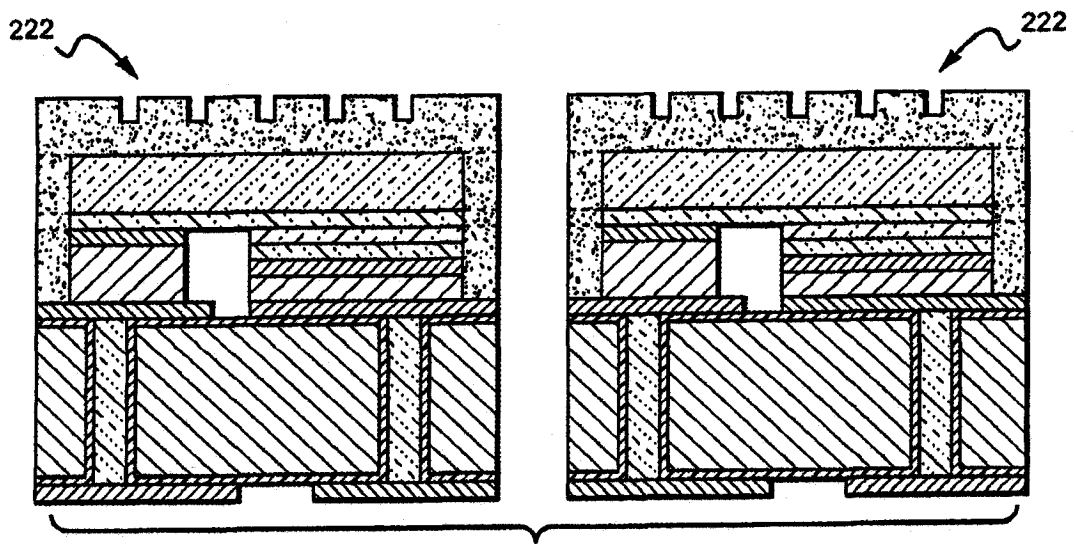


图14c

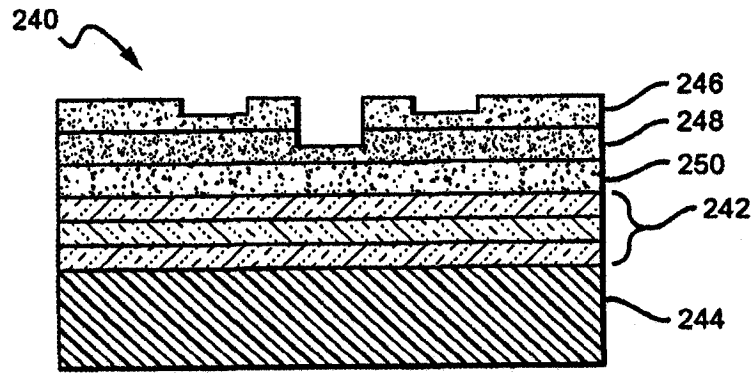


图15

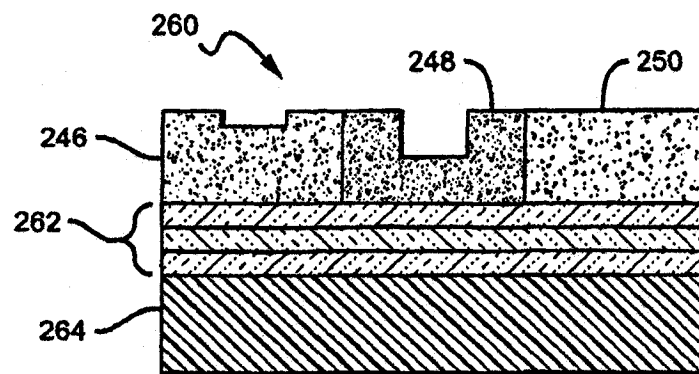


图16