



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102210032 B

(45) 授权公告日 2014. 07. 16

(21) 申请号 200980144647. 9

代理人 王萍 周涛

(22) 申请日 2009. 10. 19

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H01L 33/22 (2006. 01)

102008056175. 4 2008. 11. 06 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(56) 对比文件

2011. 05. 06

(86) PCT国际申请的申请数据

US 2004157358 A1, 2004. 08. 12,

PCT/DE2009/001449 2009. 10. 19

US 2004157358 A1, 2004. 08. 12,

(87) PCT国际申请的公布数据

US 2006270074 A1, 2006. 11. 30,

W02010/051790 DE 2010. 05. 14

US 6596377 B1, 2003. 07. 22,

(73) 专利权人 欧司朗光电半导体有限公司

US 2007093037 A1, 2007. 04. 26,

地址 德国雷根斯堡

审查员 武建刚

(72) 发明人 汉斯-于尔根·卢高尔

克劳斯·施特罗伊贝尔

马丁·斯特拉斯伯格 赖纳·温迪施

卡尔·恩格尔

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

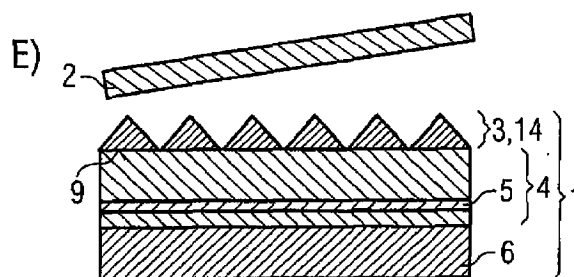
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

用于制造发射辐射的薄膜器件的方法和发射辐射的薄膜器件

(57) 摘要

在用于制造发射辐射的薄膜器件 (1) 的方法的至少一个实施形式中, 该方法具有以下步骤: - 提供衬底 (2), - 在衬底 (2) 上生长纳米棒 (3), - 在纳米棒 (3) 上外延生长具有至少一个有源层 (5) 的半导体层序列 (4), - 在半导体层序列 (4) 上施加支承体 (6), 以及 - 通过至少部分损坏纳米棒 (3) 将半导体层序列 (4) 和支承体 (6) 与衬底 (2) 分开。通过这种制造方法, 可以减少半导体层序列 (4) 中由通过生长引起的机械应力和裂纹。



1. 一种用于制造发射辐射的薄膜器件 (1) 的方法,其具有以下步骤:
 - 提供衬底 (2),
 - 在衬底 (2) 上生长纳米棒 (3),
 - 在纳米棒 (3) 上外延生长具有至少一个有源层 (5) 的半导体层序列 (4),
 - 在半导体层序列 (4) 上施加支承体 (6),以及
 - 通过至少部分损坏纳米棒 (3) 将半导体层序列 (4) 和支承体 (5) 与衬底 (2) 分开,其中
 - 纳米棒 (3) 没有有源区地生长,
 - 生长由不同的材料制成的纳米棒 (3) 和半导体层序列 (4),
 - 以及
 - 纳米棒 (3) 在背离衬底 (2) 的侧上具有上部 (7),并且上部 (7) 形成封闭层 (9)。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述至少部分损坏纳米棒 (3) 包括湿化学蚀刻工艺。
3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其中构造纳米棒 (3) 的背离衬底 (2) 的所述上部 (7),使得所述上部 (7) 具有锥状的尖状结构 (13),以及其中纳米棒 (3) 在朝向衬底 (2) 的下部 (12) 上具有柱状的形状,并且通过上部 (7) 的尖状结构 (13) 形成下部 (12) 与上部 (7) 之间的过渡。
4. 根据权利要求 3 所述的方法,其中所述尖状结构 (13) 为棱锥状。
5. 根据权利要求 3 所述的方法,其中所述纳米棒 (3) 在朝向衬底 (2) 的下部 (12) 上具有圆柱状的形状。
6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中纳米棒 (3) 基于 ZnO 或者包括 ZnO。
7. 根据权利要求 1、2 或 6 之一所述的方法,其中纳米棒 (3) 设置在规则的栅格中并且栅格的平均栅格距离 (G) 至多为 1000nm。
8. 根据权利要求 1、2 或 6 之一所述的方法,其中纳米棒 (3) 的平均直径 (D) 至多为由至少一个有源层 (5) 发射的最高频率的辐射的半个波长。
9. 根据权利要求 1、2 或 6 之一所述的方法,其中纳米棒 (3) 在垂直于衬底 (2) 的衬底上侧 (10) 的方向上的长度 (L) 为至少 500nm。
10. 根据权利要求 1、2 或 6 之一所述的方法,其中在分开衬底 (2) 时,纳米棒 (3) 的上部 (7) 至少部分残留在半导体层序列 (4) 上,并且纳米棒 (3) 构成薄膜器件 (1) 的光耦合输出结构 (14),并且薄膜器件 (1) 构建为在绿色光谱范围、蓝色光谱范围或者在紫外光谱范围中发射辐射。
11. 根据权利要求 1、2 或 6 之一所述的方法,其中利用无定形材料或者多晶材料构造纳米棒 (3)。
12. 根据权利要求 1、2 或 6 之一所述的方法,其中利用纳米棒 (3) 形成光子晶体。
13. 根据权利要求 1、2 或 6 之一所述的方法,其中利用硅形成衬底 (2),
 - 自组织地施加纳米棒 (3),
 - 所述纳米棒 (3) 基于 ZnO 并且所述半导体层序列 (4) 基于 GaN,
 - 纳米棒 (3) 具有在 500nm 到 1.5 μm 之间的范围中的长度和在 30nm 到 150nm 之间的范围中的直径,

- 以湿化学方式进行衬底 (2) 的分开, 以及
- 通过分开并不损伤衬底 (2)。

14. 根据权利要求 1、2 或 6 之一所述的方法, 其中利用蓝宝石或者硅形成衬底 (2),

- 利用 ZnO 或者 GaN 构造纳米棒 (3),
- 自组织地或者利用光刻步骤施加纳米棒 (3),
- 以至多 100 μm 的厚度 (T) 生长半导体层序列 (4) 并且半导体层序列 (4) 基于 GaN,
- 锥状地生长纳米棒 (3) 的上部 (7), 并且其中上部 (7) 的尖状结构 (13) 指向衬底 (2)

的方向, 以及

- 在分开衬底 (2) 之后, 纳米棒 (3) 部分残留在半导体层序列 (4) 上并且形成光耦合输出结构 (14)。

15. 根据权利要求 14 所述的方法, 棱锥状地生长所述纳米棒 (3) 的上部 (7)。

16. 一种发射辐射的薄膜器件 (1), 其具有:

- 支承体 (6),

- 安置在支承体 (6) 上的并且基于 InGaN、AlGaN 或 InAlGaN 的半导体层序列 (4), 该半导体层序列具有至少一个有源层 (5), 所述至少一个有源层构造为发射电磁辐射, 以及

- 光耦合输出结构 (14), 其利用基于 ZnO 或者基于 GaN 的纳米棒 (3) 形成并且位于半导体层序列 (4) 的背离支承体 (6) 的侧上,

其中锥状地构造纳米棒 (3), 并且通过纳米棒 (3) 在半导体层序列 (4) 的主侧 (8) 上形成封闭层 (9),

并且其中封闭层 (9) 用作半导体层序列 (4) 的生长基础。

17. 根据权利要求 16 所述的薄膜器件, 棱锥状地构造纳米棒 (3)。

用于制造发射辐射的薄膜器件的方法和发射辐射的薄膜器件

[0001] 本发明说明了一种用于制造发射辐射的薄膜器件的方法。此外还说明了一种发射辐射的薄膜器件。

[0002] 诸如发光二极管或者激光二极管的光电子部件已在技术上广泛地应用于例如照明领域中。助长这种部件的推广的数个观点是其高效率 and 相对外部负荷以及环境影响的耐抗性。光电子部件也具有长使用寿命,其例如使具有这种部件的发光装置的维修费用降低。光电子部件的可达到的使用寿命决定性地也通过其制造工艺来确定。

[0003] 要解决的任务在于:说明一种用于制造具有长使用寿命的发射辐射的薄膜器件的方法。另一要解决的任务在于,说明一种具有高使用寿命的发射辐射的薄膜器件。

[0004] 根据本方法的至少一个实施形式,该方法包含提供衬底的步骤。该衬底优选地具有平坦的衬底上侧。例如,利用硅或者利用蓝宝石来构造衬底。衬底的直径优选为至少 10cm、尤其是至少 20cm。衬底可以被构造为所谓的晶片。

[0005] 根据本方法的至少一个实施形式,该方法包含在衬底上生长纳米棒的步骤。纳米棒(英语为 nanorod)是直径在纳米范围的棒状的或者柱状的结构。直径尤其是在 10nm 到 500nm 之间、优选地在 30nm 到 150nm 之间的值域中。纳米棒的在垂直于衬底上侧的方向上的高度或长度为数百纳米直至数微米。纳米棒在其整个长度上具有均匀的直径或者也具有带有降低的直径或者提高的直径的区域。纳米棒例如可以具有圆形的、六边形的或者多边形的平面图。优选地在衬底上进行纳米棒的生长,使得在生长之后在宽的区域上、即在衬底上侧的面积 of 至少 75% 上或者在整个衬底上侧上存在密度均匀且构造均匀的纳米棒。优选地,纳米棒与衬底直接接触并且直接生长在衬底上侧上。

[0006] 根据本方法的至少一个实施形式,该方法包括施加半导体层序列的步骤。半导体层序列具有至少一个有源层,所述至少一个有源层被构造为在薄膜器件工作时发射电磁辐射。半导体层序列优选地基于氮化镓和/或磷化镓和/或砷化镓。“基于”在这种情况下意味着,主要的材料成分是镓和氮、磷或砷。尤其是,半导体层序列也可以具有其他材料如铝和铟。半导体层序列可以具有多个层,这些层可以材料组分和/或掺杂方面不同。

[0007] 根据本方法的至少一个实施形式,施加半导体层序列包含外延生长。半导体层序列例如可以通过分子束外延或者气相外延来生长。

[0008] 根据本方法的至少一个实施形式,在纳米棒上进行半导体层序列的生长。也就是说,半导体层序列生长到纳米棒的背离衬底的侧上。半导体层序列优选地与纳米棒直接接触。

[0009] 根据本方法的至少一个实施形式,该方法包括在半导体层序列的背离衬底的主侧上施加支承体的步骤。该支承体例如可以通过接合被固定在半导体层序列上。支承体例如并不生长在半导体层序列上,而是单独地制造并且接着被施加到半导体层序列上以及与该半导体层序列以机械方式固定连接。该支承体具有足够高的机械稳定性,以便支承半导体层序列并且例如通过弯曲来保护以免受损伤。

[0010] 根据本方法的至少一个实施形式,该方法包括将半导体层序列和与其相连的支承

体与衬底分开的步骤。换言之，固定在支承体上的半导体层序列与支承体一起与衬底分离。

[0011] 根据本方法的至少一个实施形式，通过至少部分损坏纳米棒来进行衬底的分开。通过损坏纳米棒于是解除一方面为半导体层序列和支承体与另一方面为衬底之间的机械连接。纳米棒的损坏可以基于化学工艺和 / 或热工艺和 / 或机械工艺。

[0012] 在用于制造发射辐射的薄膜器件的方法的至少一个实施形式中，该方法具有以下步骤：

[0013] - 提供衬底，

[0014] - 在衬底上生长纳米棒，

[0015] - 在纳米棒上外延生长具有至少一个有源层的半导体层序列，

[0016] - 在半导体层序列上施加支承体，以及

[0017] - 通过至少部分损坏纳米棒来将半导体层序列和支承体与衬底分开。

[0018] 通过这种制造方法可以减小半导体层序列中的由于生长引起的机械应力和裂纹。由此提高通过这种方法制造的部件的使用寿命。

[0019] 制造或生长光电子器件的一种可能性在于外延方法。半导体层序列例如从气相被沉积在衬底上或被生长在衬底上。对于生长需要的是，彼此匹配地构造衬底和要生长的材料的晶格结构，尤其是晶格常数彼此并不强烈地偏离。如果情况不是如此，则在半导体层序列的所生长的材料中出现机械应力。尤其是，这种应力例如会导致半导体层序列中裂纹形成，该裂纹形成会妨碍将半导体层序列用于光电子器件或会明显降低这种器件的使用寿命。

[0020] 此外，在外延的情况下出现数百摄氏度直至 1000 摄氏度以上的较高温度。由于这些高温度和尤其是与其相关的（例如由在外延生长半导体层序列之后冷却衬底和半导体层序列引起的）温度差会形成显著的热应力，这些热应力在冷却时会导致半导体层序列的损坏或者不稳定。因此，半导体层序列和衬底在材料的晶格结构和热膨胀系数方面优选地要彼此适配。

[0021] 在绿色光谱范围、蓝色光谱范围或者在紫外光谱范围中进行发射的半导体芯片尤其是基于 GaN 和 / 或 AlInGaN。对于这种半导体材料而言仅能困难地以足够质量和大小以及件数来提供具有合适的晶格结构和合适的热膨胀系数的生长衬底。由此一方面提高这种半导体芯片的成本。另一方面，如所描述的那样，由于潜在的热应力和裂纹形成会缩短在这种衬底上生长的半导体芯片的使用寿命。

[0022] 保证衬底的晶格结构与半导体层序列的热膨胀系数适配的一种可能性是使用平面的缓冲层。这种方法在出版物 DE 100 56 645 A1 和在出版物 DE 10 2004 038 573 A1 中予以描述。在 Nakamura 的著作 (Japanese Journal of Applied Physics, 第 3 卷, 第 10A 期, 1991 年 10 月, 第 L1705 至 L1707 页) 也公开了这样的方法。由于在所说明的出版物中描述了连续层，所以出现了尽管减小的但始终仍显著的热应力和 / 或晶格失配。由此可以减少部件的产量并且缩短部件的使用寿命。

[0023] 此处所描述的方法尤其是基于以下知识：纳米棒具有与直径相比大的长度。此外，施加在衬底上的纳米棒仅覆盖相对小部分的面。这意味着，纳米棒形成在机械方面比较柔韧构造的柱状构建的层。由于纳米棒尤其非密封封装地存在，所以纳米棒可以弯曲并且因此由于晶格失配引起的热应力也越过较大的面而被均衡。为了在纳米棒上尤其是外延生

长半导体层序列,纳米棒在背离衬底的侧上优选地具有直径的扩宽或增大,使得例如得到连续的面。在衬底上生长纳米棒在 Kikuchi 等人的论文 (Japanese Journal of Applied Physics, 第 43 卷, 第 12A 期, 2004 年, 第 L1524 至 L1526 页)、“Making ZnO nanorode the cool way” (MaterialsToday, 2005 年 4 月, 第 13 页) 以及 Liu 等人的论文 (Journal of Applied Physics, 第 95 卷, 第 6 期, 第 3141 至 3147 页) 中被描述。这些论文的有关纳米棒的生长的公开内容通过引用结合与此。

[0024] 根据本方法的至少一个实施形式,生长纳米棒的步骤包括在衬底上构建成核点 (Nukleationskeimen)。从成核点出发,纳米棒接着在垂直于衬底上侧的方向上进一步生长。成核点的形成可以自组织地实现。也就是说,衬底和纳米棒的材料具有不同的晶格常数。由于晶格失配在衬底上侧上形成纳米棒的材料岛,这些材料岛形成成核点。可替代地或者附加地可以以湿化学的方式产生成核点。另一可能性在于通过光刻工艺借助掩膜或者通过纳米压印方法来形成成核点。此外,可以通过加热 (例如具有金的) 金属层来形成成核点。通过加热金属层来构建岛。通过构建成核点可以有效地生长纳米棒。

[0025] 根据本方法的至少一个实施形式,在通过包含湿化学刻蚀的工艺将半导体层序列与衬底分开时至少部分损坏纳米棒。例如,通过纳米棒之间的空隙来引导进行刻蚀的液体。该进行刻蚀的液体 (至少部分地) 溶解纳米棒。由此,衬底与半导体层序列之间的机械连接被溶解,使得可以有效地并且没有半导体层序列的机械负荷地使半导体层序列和支承体彼此分离。

[0026] 根据本方法的至少一个实施形式,纳米棒具有位于纳米棒的背离衬底的区域上并且锥状地或者棱锥状地构造的上部。此外,纳米棒在朝着衬底的下部上具有例如圆柱状的或者棱柱状的构型。锥状的或者棱锥状的上部的尖状结构在这种情况下朝向衬底并且形成上部与下部之间的过渡区域。

[0027] 纳米棒的上部因此朝向衬底变细。换言之,纳米棒漏斗状地构造,并且漏斗的尖端指向衬底。这样构造的纳米棒实现半导体层序列的有效生长并且同时在半导体层序列生长时实现纳米棒对出现的热和 / 或结构引起的应力的衰减作用。

[0028] 根据本方法的至少一个实施形式,纳米棒没有有源区地生长。也就是说,纳米棒不具有被构造来发射、接收或者转换电磁辐射的区域。纳米棒在此意义上没有形成利用这种方法制造的发射辐射的薄膜器件的功能元件。如果纳米棒没有有源区,则以低开销实现在衬底上生长纳米棒。由此能够在衬底上实现大面积地生长纳米棒。

[0029] 根据本方法的至少一个实施形式,纳米棒被设置在规则的栅格中。这意味着,纳米棒的大多数部分、尤其是多于 80% 的纳米棒位于栅格的栅格点上。栅格大致六边形地、正方形地或者菱形地被构造。如果纳米棒被设置在规则的栅格中,则纳米棒为半导体层序列形成高质量的生长面。

[0030] 根据本方法的至少一个实施形式,栅格的平均栅格距离至多为 1000nm、优选地至多为 400nm。平均栅格距离因此尤其是小于由有源层在薄膜器件工作时发射的电磁辐射的波长。由此可以有针对性地影响薄膜器件的光学特性。

[0031] 根据本方法的至少一个实施形式,纳米棒的平均直径至多为由有源层在工作时发射的最高频率的辐射的半个波长、优选地至多为四分之一波长。纳米棒的平均直径理解为在纳米棒的整个长度上取平均的直径。如果纳米棒例如具有圆柱状的下部和锥状的上部,

则在上部和下部上在直径方面取平均。如果半导体层序列的至少一个有源层例如发射蓝色光谱范围中的辐射并且有源层所发射的最小波长为 430nm, 则平均直径小于 215nm、优选地小于 107nm。优选地, 在制造公差范围内, 纳米棒的至少一半、尤其是至少 75% 以这种平均直径来构造。通过这样的纳米棒可以有针对性地调节薄膜器件的光学特性。

[0032] 根据本方法的至少一个实施形式, 纳米棒在垂直于衬底上侧的方向上的长度为至少 500nm。通过纳米棒的这种长度保证了纳米棒具有足够高的柔韧性, 以便可以均衡由于在衬底与半导体层序列之间的晶格失配在机械上和 / 或在结构上引起的应力。

[0033] 根据本方法的至少一个实施形式, 利用不同的材料构造半导体层序列和纳米棒。

[0034] 纳米棒例如基于或者包括 ZnO 和 / 或 GaN, 并且半导体层序列包括或者基于 InGa_N、InAlGa_N 和 / 或 AlGa_N。换言之, 纳米棒的 Al 含量和 / 或 In 含量为半导体层序列中的至少十分之一。

[0035] 根据本方法的至少一个实施形式, 利用不同的材料构造纳米棒和衬底。由此提高薄膜器件的构造可能性。此外, 可以根据具体要求有目的地调节纳米棒的结构。

[0036] 根据本方法的至少一个实施形式, 基于相同材料体系来构造纳米棒和半导体层序列。尤其是, 不仅纳米棒而且半导体层序列基于 GaN、AlGa_N、InGa_N 或者 AlInGa_N, 使得可实现在蓝色光谱范围中发射的薄膜器件。通过这种纳米棒来保证, 在纳米棒上生长半导体层序列时由于晶格失配而出现特别小的机械应力。

[0037] 根据本方法的至少一个实施形式, 在将半导体层序列与衬底分开时, 纳米棒的上部至少部分地残留在半导体层序列上。由此, 可以通过锥状地或者棱锥状地构造的上部而在半导体层序列上构造光耦合输出结构。

[0038] 根据本方法的至少一个实施形式, 纳米棒的例如在分开时残留在半导体层序列上的上部随后被去除。这可通过抛光来实现。由此可以实现能够有效地安置于另一外部支承体上的薄膜器件。

[0039] 根据本方法的至少一个实施形式, 利用无定形的或者多晶材料来形成纳米棒。这就是说, 纳米棒不是由单晶体构成。由此提高了纳米棒关于在生长纳米棒时工艺参数和材料选择方面的构造可能性。纳米棒的电学特性、如其导电性由此可以被影响。

[0040] 根据本方法的至少一个实施形式, 通过纳米棒形成至少一个光子晶体。光子晶体被理解为适于通过衍射和 / 或干涉来影响薄膜器件所发射的辐射的光学特性的周期性结构。例如, 纳米棒或纳米棒的上部可以残留在半导体层序列上。通过纳米棒的栅格距离于是可以大致实现干涉滤波器, 使得预给定的波长的辐射例如仅在确定的角度范围中可以随后离开薄膜器件。通过将纳米棒构造为光子晶体提高了薄膜器件的使用可能性。

[0041] 根据本方法的至少一个实施形式, 以至多 100 μm、尤其是至多 50 μm、优选地至多 20 μm 的厚度生长半导体层序列。由此可以实现特别薄的薄膜器件。

[0042] 根据本方法的至少一个实施形式, 由此所制造的薄膜器件具有至多 500 μm、优选地至多 170 μm、特别优选地至多 75 μm、尤其是至多 40 μm 的厚度。可替代地或者附加地, 薄膜器件的平均横向伸展与厚度构成的商大于或等于 5、优选地大于或等于 10、尤其是大于或等于 20。

[0043] 根据本方法的至少一个实施形式, 利用该方法制造的薄膜器件的尤其是外延生长的半导体层序列具有至多 20 μm、优选地至多 8 μm 的厚度。

[0044] 根据本方法的至少一个实施形式,纳米棒在上部的背离衬底的侧上形成封闭层。由此使得在纳米棒上生长半导体层序列变得容易。

[0045] 根据本方法的至少一个实施形式,纳米棒的上部的在垂直于衬底上侧的方向上的长度小于纳米棒的下部的长度。下部可以具有小于上部长度的四分之一的长度。同样,纳米棒可以仅仅具有锥状的或者棱锥状的上部。通过纳米棒的这种构造缩短对于纳米棒的生长所需的时间。

[0046] 根据本方法的至少一个实施形式,纳米棒具有在 500nm 到 1.5 μm 之间的范围中的长度。由此,纳米棒具有足够的柔韧性并且同时具有足够的强度,以便可以用作半导体层序列的生长基础。

[0047] 根据本方法的至少一个实施形式,在将半导体层序列和支承体分开时不损伤衬底。也就是说,针对衬底无损地实现分开。由此使得能够将衬底多次用于生长半导体层序列。由此减小本方法的成本。

[0048] 根据本方法的至少一个实施形式,纳米棒基于 ZnO 或者基于 GaN。这种纳米棒可以有效地制造并且纳米棒的构造可以通过生长时的工艺参数在宽范围上有针对性地调节。

[0049] 根据本方法的至少一个实施形式,利用硅构造衬底并且自组织地施加纳米棒。纳米棒和半导体层序列基于氮化镓,并且纳米棒具有在 500nm 到 1.5 μm 之间的范围中的长度和在 30nm 到 150nm 之间的范围中的直径。纳米棒没有有源区。半导体层序列与衬底的分开以湿化学方式进行,并且由此不损伤衬底。通过这种方法制造的薄膜器件具有长使用寿命。

[0050] 根据本方法的至少一个实施形式,其中利用蓝宝石或者硅形成衬底,利用 ZnO 或者 GaN 构造纳米棒并且这些纳米棒通过自组织工艺来生长。同样可能的是,纳米棒通过光刻方法步骤来施加。半导体层序列具有至多 100 μm 、优选地至多 20 μm 的厚度并且基于氮化镓。纳米棒的上部锥状地或者棱锥状地生长,其中上部具有尖状结构,其中尖状结构指向衬底的方向。此外,在将半导体层序列与衬底分开之后,纳米棒的上部的至少一部分残留在半导体层序列上。由此形成光耦合输出结构。通过这种方法制造的薄膜器件具有高光耦合输出效率。

[0051] 根据本方法的至少一个实施形式,进行生长纳米棒和半导体层序列、施加支承体和晶片复合结构中分离衬底的步骤。例如,在分开衬底之后才进行各个薄膜器件中的分离。通过这种方法简化了半导体层序列和支承体的处理。由此在制造范围中降低了半导体层序列的机械负荷。

[0052] 此外还说明了一种发射辐射的薄膜器件。例如,可以借助上述的方法实施形式中的一个或多个来制造薄膜器件。因此,方法的特征也公开用于薄膜器件,并且反之亦然。

[0053] 在发射辐射的薄膜器件的至少一个实施形式中,该薄膜器件包括支承体。此外,该薄膜器件包括具有至少一个有源层的半导体层序列,所述至少一个有源层被构造来在薄膜器件工作时发射电磁辐射。半导体层序列被施加在支承体上。此外,薄膜器件具有光耦合输出结构,该光耦合输出结构利用纳米棒形成并且位于半导体层序列的背离支承体的主侧上。支承体在这种情况下不是半导体层序列的生长衬底,而是事后在生长半导体层序列之后被施加在该半导体层序列上。此外,形成光耦合输出结构的纳米棒锥状地或者棱锥状地构造,其中纳米棒的尖状结构远离半导体层序列地指向,并且在半导体层序列的背离支承

体的主侧上通过纳米棒形成封闭层。

[0054] 根据薄膜器件的至少一个实施形式,该薄膜器件被构造为发光二极管。由此薄膜器件可以多样地使用。

[0055] 其中使用此处所描述的薄膜器件的数个应用领域是例如显示器或者显示设备的背光照明。此外,此处所描述的薄膜器件例如可以在用于投影目的的照明设备、聚光灯或者光辐射器或者在通用照明中被采用。

[0056] 以下参照附图借助实施例进一步阐述了此处所描述的方法以及此处所描述的薄膜器件。相同的附图标记在此说明各个图中的相同元件。但是,在此未示出按比例的关系,更确切地说,为了更好地理解,可以夸大地示出各个元件。

[0057] 其中:

[0058] 图 1 示出了制造此处所描述的薄膜器件的不同方法步骤的示意图,

[0059] 图 2 示出了此处所描述的纳米棒的一个实施例的示意图,以及

[0060] 图 3 示出了此处所描述的纳米棒的一个实施例的示意性俯视图。

[0061] 在图 1 中图示了用于制造薄膜器件 1 的方法的一个实施形式。

[0062] 图 1A 示出了在衬底 2 的衬底上侧 10 上生长的纳米棒 3。衬底 2 是硅晶片。通过纳米棒 3 大面积覆盖衬底 2。纳米棒 3 分别具有下部 12 和上部 7。下部 12 圆柱状和 / 或柱状地构造。上部 7 包含尖状结构 13,该尖状结构 13 形成下部 12 与上部 7 之间的过渡。尖状结构 13 指向衬底 2 的方向。上部 7 锥状或者棱锥状地构造。在上部 7 的背离衬底 2 的侧上利用纳米棒 3 的材料形成封闭层 9。纳米棒 3 通过自组织工艺生长在衬底 2 上。

[0063] 纳米棒之间的平均栅格距离为约 300nm。平均直径 D 为约 100nm。平均直径 D 与纳米棒 3 在垂直于衬底上侧 10 的方向上的总长度 L 有关。对于平均直径 D 因此要考虑下部 12 和上部 7。纳米棒 3 的长度 L 为约 1 μ m。

[0064] 在图 1B 中示出了将半导体层序列 4 施加到封闭层 9 上。半导体层序列 4 外延地生长到封闭层 9 上。半导体层序列 4 包括有源层 5,该有源层 5 被构造来在薄膜器件 1 工作时发射电磁辐射。也如纳米棒 3 那样,半导体层序列 4 基于 GaN。半导体层序列 4 具有背离衬底 2 的主侧 8。半导体层序列 4 的厚度 T 为约 12 μ m。

[0065] 在随后的方法步骤(参见图 1C)中,支承体 6 施加到半导体层序列 4 的主侧 8 上。该支承体 6 例如通过接合被固定在半导体层序列 4 上。可替代地,支承体 6 被粘贴在半导体层序列 4 上,或者例如通过施加在半导体层序列 4 上和施加在支承体 6 上的未绘出的 Au:Sn 合金被焊接在半导体层序列 4 上。可选地,可能的是在支承体 6 与半导体层序列 4 之间施加未绘出的中间层,该中间层例如反射性地构造。

[0066] 支承体 6 可以由与衬底 2 相同的材料来构成。优选地,支承体 6 是导电的。例如,支承体 6 具有硅、锗或者金属。同样可能的是,支承体 6 包括陶瓷如 Al_2O_3 ,其中可以在陶瓷上施加导电结构。

[0067] 在图 1D 中示出:半导体层序列 4 和支承体 6 通过湿化学工艺与衬底 2 分离。在衬底 2 与半导体层序列 4 之间在纳米棒 3 的区域中使用液态刻蚀剂 11。刻蚀剂 11 部分剥蚀用其构造纳米棒 3 的材料。由此尤其是溶解或损坏纳米棒 3 的下部 12。通过损坏下部 12,与支承体 6 相连的半导体层序列 4 脱离衬底 2。这在图 1E 中能被看到。在分离的情况下,因此无需激光剥离方法(英语为 Laser Lift Off)。

[0068] 可选地,参见图 1F,例如通过抛光可以剥蚀纳米棒 3 的残留在半导体层序列 4 上的上部 7。由此,得到具有半导体层序列 4 的背离支承体 6 的平坦的光穿透面 15 的(例如发光二极管形式的)薄膜器件 1。

[0069] 在图 1E 中示出薄膜器件 1 的一个优选实施形式的实施例。通过纳米棒 3 的上部 7 形成光耦合输出结构 14。光耦合输出结构 14 的周期性对应于纳米棒 3 的栅格距离 G,参见图 1A。栅格距离 G 小于有源层 5 在薄膜器件 1 工作时产生的辐射的波长。封闭层 9 残留在半导体层序列 4 的背离支承体 6 的侧上。

[0070] 于是在将半导体层序列 4 和支承体 6 与衬底 2 分开时产生光耦合输出结构 14。为了改进的光耦合输出实现粗化部的另一可能性在于机械工艺。然而,由此仅可实现不规则的结构,该不规则的结构准确大小只能困难地控制。尤其是,这种粗造部的啮合角可以具有大的散射并且因此损害光耦合输出效率。通过湿化学刻蚀利用由于半导体层序列 4 的晶体缺陷或者晶体表面的干扰引起的粗糙度产生的粗化部也只能有条件地可再现地制造。此外,通过以湿化学方式使半导体层序列 4 粗化来剥蚀显著大量的材料(大于粗化部的深度),以便实现对于高光耦合输出足够的粗化部。由此能制造较高层厚的半导体层序列 4,这可以导致增强的裂纹形成并且因此导致部件的使用寿命缩短或产量降低。在此处所描述的方法的情况下,与此相反仅须以湿化学方式除去小材料量,该小材料量基本上通过纳米棒 3 的下部 12 形成。纳米棒 3 的上部 7 在其结构方面在很大程度上不受刻蚀剂 11 影响。

[0071] 也可能的是,通过光刻工艺实现粗化部,以提高光耦合输出。但是由此不可接近整个面,因为用光刻胶覆盖的区域不能被粗化。于是在光穿透面 15 上在这种工艺的情况下残留与半导体层序列 4 的主侧 9 平行对准的区域。在这种区域中减小了光耦合输出效率。通过此处所描述的方法,可以绕开以下情况:半导体层序列 4 的整个背离支承体 6 的面可以设置有光耦合输出结构 14。

[0072] 在图 2 中示出了纳米棒 3 的另一构造可能性。在这种情况下,纳米棒 3 的下部 12 不再存在。上部 7 于是与尖状结构 13 一起设置在衬底 2 上并且唯一地形成纳米棒 3。纳米棒 3 利用 ZnO 或者 GaN 构造。

[0073] 在图 3 中示出了纳米棒 3 的示意性俯视图。出于图形表示的原因,绘出了通过在下部 12 的区域中的纳米棒的截面,使得上部 7 不遮挡下部 12。所示出的俯视图例如可以在根据图 1 的实施例的情况下被实现。

[0074] 根据图 3A,纳米棒 3 具有六边形的平面图。此外,纳米棒 3 被设置在六边形的(象征性地通过虚线表示的)栅格中,该栅格具有约 300nm 的平均栅格距离 G。

[0075] 根据图 3B 和 3C,纳米棒 3 具有方形栅格结构,其象征性地通过虚线表示。根据图 3C,纳米棒 3 的下部 12 仅覆盖衬底上侧 10 的较少部分。由此,图 3C 中的平均栅格距离 G 有条件地大于图 3B 中的平均栅格距离 G。

[0076] 在根据图 3D 的实施例中,纳米棒 3(也如根据图 3C)具有圆形平面图。纳米棒 3 被设置在菱形状的栅格中。

[0077] 可选地,下部 12 的部分在半导体层序列 4 与衬底 2 分开时可以残留在半导体层序列 4 上或在上部 7 上。在这种情况下,平均栅格距离 G 优选地小于由至少一个有源层 5 在薄膜器件 1 工作时产生的辐射的最短波长。由此,可以由上部 7 和/或由残留在半导体层序列 4 上的下部 12 形成光子晶体,该光子晶体例如通过干涉或者衍射而仅在确定的方向上

透射确定的波长的辐射。

[0078] 纳米棒 3 可以通过自组织工艺、通过光刻方法或者通过纳米压印方法被施加在衬底上侧 10 上。优选地有序地进行纳米棒 3 的施加。

[0079] 此处所描述的发明并不受按照实施例的描述限制。更确切地说,本发明包括任意新特征以及任意新的特征组合,这尤其是包含权利要求书中的任意特征组合,即使这些特征或者这些组合本身在权利要求书或者实施例中并未明确地说明。

[0080] 本专利申请要求德国专利申请 10 2008 056 175.4 的优先权,其通过引用结合于此。

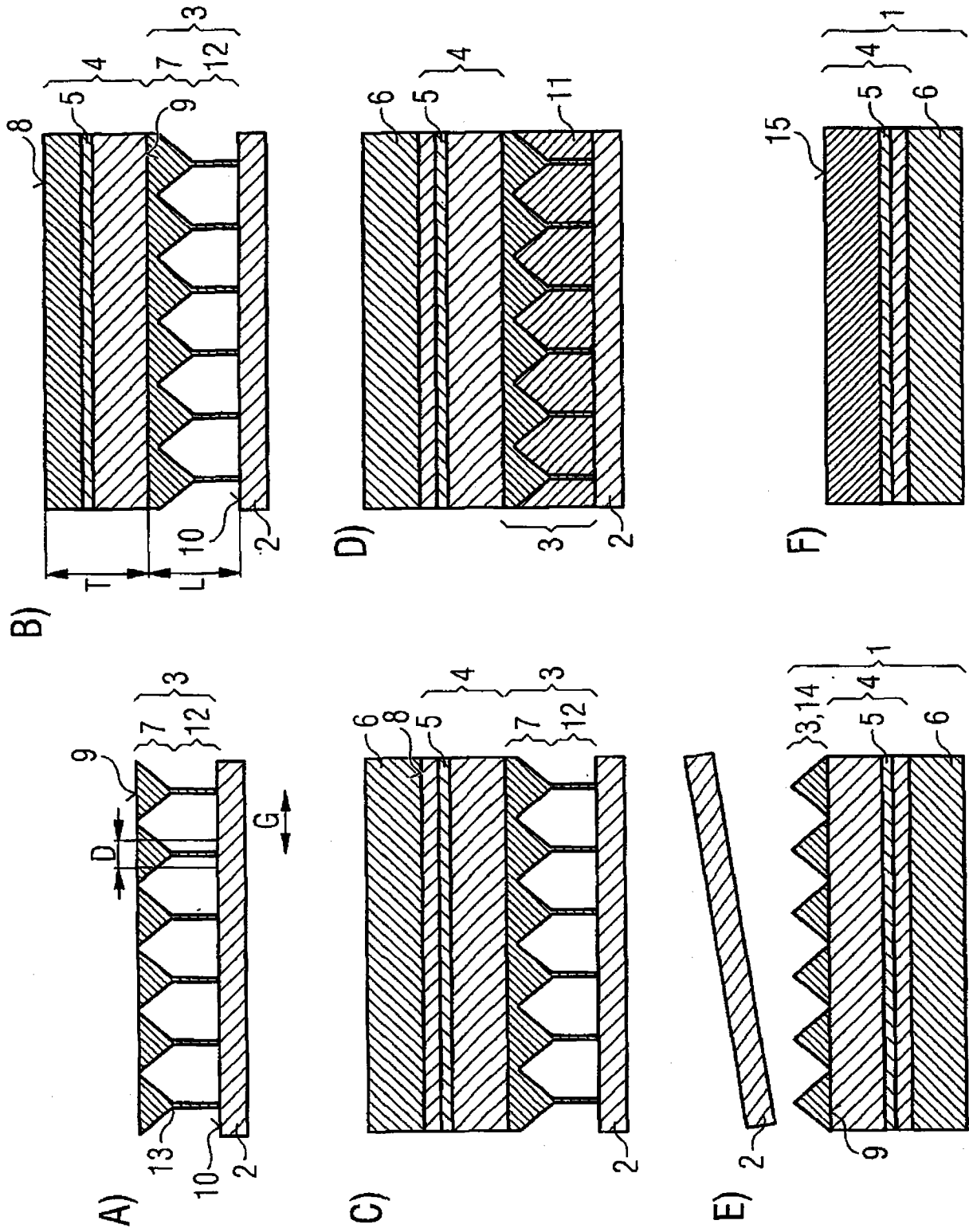


图 1

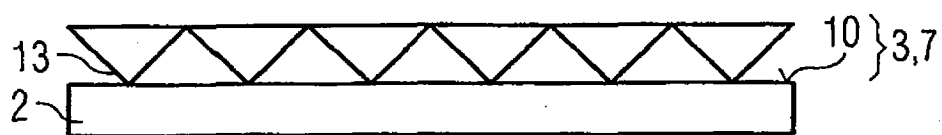


图 2

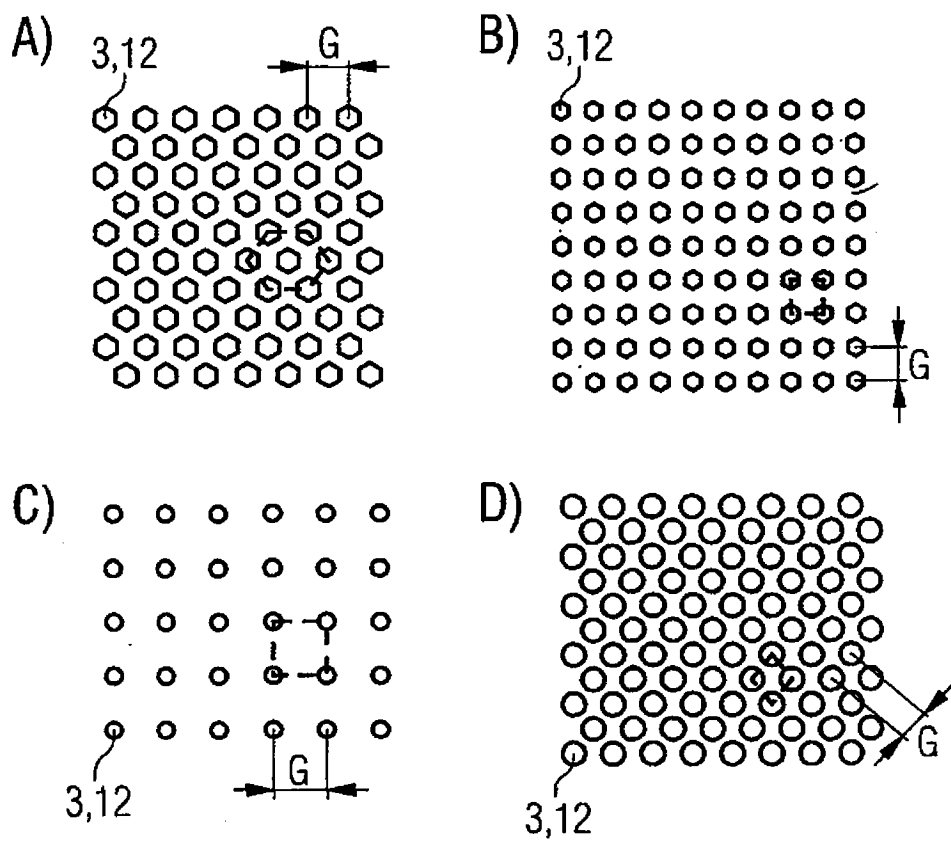


图 3